

Erste Abtheilung.

Allgemeine Lehren der Physik und Chemie.

Begriff und Arten der Materie.

Das, was sich unseren Sinnen als Erscheinung der Aussenwelt darstellt, den Raum erfüllt und in demselben thätig ist, wird **Materie** genannt; sie unterscheidet sich, je nachdem sie raumerfüllend ist, in **irdische Materie**, indem wir diese nur für unseren Planeten kennen, und, wenn sie nur im Raum thätig ist, in **ätherische Materie**, welche dem Universum anzugehören scheint. Da wir in ersterer die Eigenschaft der Schwere, d. h. das Bestreben, nach dem Mittelpunkt der Erde hin zu drücken, kennen, so nennen wir sie auch die **wägbare oder ponderable Materie**, während die letztere wegen ihrer Eigenschaft, dem Himmelsraume zuzuströmen oder sich in das Universum zu verbreiten, also keinen Druck auf unseren Planeten auszuüben, die **unwägbare oder imponderable Materie** genannt wird.

Die allgemeinen Eigenschaften der irdischen Materie.

Physik.

Die irdische Materie hat das Bestreben, sich anzuziehen und abzustossen, ist also mit anziehenden und abstossenden Kräften begabt. Die anziehenden Kräfte geben sich kund durch die Erscheinung der Schwere, d. h. durch das Anziehen aus der Ferne, durch die Cohäsion, Adhäsion und Capillarität, oder in den Erscheinungen bei der Nebeneinanderlagerung, und durch chemische Affinität, oder durch die Erscheinungen der chemischen Durchdringung zum einen neuen Ganzen. Die abstossenden Kräfte äussern sich in der Erscheinung der Raumerfüllung, d. h. durch die

Eigenschaft, bei unveränderten Raumverhältnissen undurchdringlich und tastbar zu sein, und in der chemischen Abstossung, d. h. in der Erscheinung, durch irgend einen Einfluss in zwei oder mehrere mit neuen Eigenschaften versehene Materien geschieden zu werden.

Durch die verschiedenartige Thätigkeit der anziehenden und abstossenden Kräfte wird also die Verschiedenartigkeit der irdischen Materie bedingt. Als Endpunkte der Verschiedenartigkeit der irdischen Materie kennen wir bis jetzt einige sechzig, nemlich die später aufgeführten chemischen Elemente oder Grundstoffe, die weiter zu zerlegen, d. h. Körper von verschiedenartigen Eigenschaften zu geben, noch nicht gelungen ist.

Von der Schwere der Körper.

Jede irdische Materie drückt auf ihre Unterlage und äussert das Bestreben, sich nach dem Mittelpunkt der Erde hin zu bewegen. Diese Eigenschaft der irdischen Materie heisst die Schwere und sie ist Ursache des Fallens der Körper durch minder dichte und bewegliche Materie, durch luftförmige und tropfbarflüssige Stoffe; die Grösse des Druckes, welche ein Körper, getrieben durch die Schwere seiner materiellen Theile, auf seine Unterlage ausübt, heisst das Gewicht. Es ist demnach die Schwere eines Körpers das Bestreben eines jeden kleinsten Theilchens desselben zu fallen und das Gewicht die Summe der fallenden Bestrebungen aller Theile eines Körpers und letzteres steht mit seiner Masse, d. h. mit der Quantität aller Theile eines Körpers jedesmal im geraden Verhältniss.

Das Gewicht eines Körpers wird durch Auflegen oder Anhängen desselben an das Ende eines Hebels durch die Kraft, wie weit er denselben niederdrücken kann, oder durch Vergleichung mit anderen Körpern an einem gleicharmigen Hebel ermittelt. Diese Hebelvorrichtung heisst im Allgemeinen die Wage (im Besonderen, wenn sie das Gewicht nur durch die Kraft, mit welchem der Hebel niedergedrückt wird, angiebt, die Schnellwage), und die zur Ausgleichung und Bestimmung der absoluten Quantität einer Materie dienenden Körper werden die Gewichte genannt. Als vergleichender Gewichtseinheit bedient man sich bei wissenschaftlichen Untersuchungen, so wie auch in manchen Ländern im gemeinen Verkehr derjenigen Gewichtsquantität, welche ein kubischer Centimeter Wasser bei seiner grössten Dichtigkeit, bei $+ 4,5^{\circ}$ C., beträgt und man nennt diese Gewichtsquantität ein Gramm, die 10-, 100-, 1000- oder 10000fache Quantität ein Dekagramm, Hektogramm, Kilogramm oder Myriagramm,

$\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$, oder $\frac{1}{1000}$ eines Gramms aber ein Decigramm, Centigramm oder Milligramm und diesen Gewichtsmodus das Decimalgewicht. Im Handelsverkehr bedient man sich meist als Gewichtsmasse des Pfundes, von denen 110, in einigen Ländern und nach neueren allgemeinen Bestimmungen des Handels-, Zoll- und Postvereins nur 100 auf den Centner gehören. Das alte Pfund wird in 32 Loth oder 16 Unzen, das neue Pfund (= $\frac{1}{2}$ Kilogramm) nur in 30 Loth, das alte Loth in 4 Quentchen oder Drachmen, das neue Loth in Bruchtheile nach dem Decimalsystem, nemlich in 10 Quentchen und dieses in 10 Cent oder 100 Korn getheilt. In den meisten Ländern ist von diesem sog. Handels-, Zoll- oder Vereinsgewicht das Medicinalgewicht, dessen sich die Apotheker bei den Gewichtsbestimmungen in den Pharmakopöen und auf Recepten bedienen müssen, verschieden, indem das Pfund nur zu 12 Unzen (= 24 Loth) gültig ist; die Unze zerfällt in 8 Drachmen, die Drachme in 3 Skrupel und der Skrupel in 20 Grane, wonach sich folgende Vergleichung ergibt. Es enthält

	Pfund,	Unzen,	Drachmen,	Skrupel	und	Grane
ein Gran						1
ein Skrupel				1 oder		20
eine Drachme			1 oder	3 oder		60
eine Unze		1 oder	8 oder	24 oder		480 und
ein Pfund	1 oder	12 oder	96 oder	288 oder		5760

Das Medicinalgewicht ist aber in den verschiedenen Ländern nicht gleich schwer, wie folgende Tabelle im Vergleich zum französischen Decimalgewicht angiebt:

	Gramme sind enthalten in					1Gramm enthält Grane
	1 Pfund	1 Unze	1 Drachm.	1 Skrup.	1 Gran	
in Oestreich	420,009	35,007	4,376	1,459	0,0729	13,714
in Baden . .	357,780	29,815	3,727	1,262	0,0631	16,099
in Baiern . .	360,000	30,000	3,750	1,250	0,0625	16,000
in Preussen .	350,783	29,232	3,654	1,218	0,0604	16,420
in Frankreich	375,000	31,250	3,906	1,302	0,0651	15,360
in Hessen . .	357,664	29,805	3,725	1,241	0,0620	16,116
im Nürnberg.	357,954	29,829	3,728	1,242	0,0621	16,103

Medicinalgewicht (in Russland, der Schweiz und mehreren deutschen Staaten gültig).

Das Decimalgewicht verhält sich in folgenden Zahlen zum österreichischen Medicinalgewicht:

	Gran	Unzen	Drachmen	Gran
1 Milligramm =	0,013714		oder	$\frac{1}{73}$
1 Centigramm =	0,13714		"	$\frac{1}{7}$
1 Decigramm =	1,3714		"	$1\frac{3}{8}$
1 Gramm =	13,714		"	$13\frac{7}{10}$
1 Dekagramm =	137,14		2 und	$17\frac{1}{7}$
1 Hektogramm =	1371,4	2	6 "	$51\frac{2}{5}$
1 Kilogramm =	13714,0	28	4 "	34
1 Myriagramm =	137140,0	285	5 "	40

Die Preuss. Pharmakopöe lässt den Gebrauch von Gemässen gar nicht zu, während die Oestreich. Pharmakopöe ihn für Wasser und höchst rectificirten Weingeist gestattet; ein östreich. Maass Wasser wiegt 40, höchst rectificirter Weingeist 32 Unzen des österreichischen Medicinalgewichtes. Das französische Gemäss ist nach dem Decimalsystem geordnet und ein Liter fasst 1000 Gramm Wasser von $+ 4^{\circ}$ C.; die 10-, 100-, 1000- oder 10000-fache Menge heisst ein Dekaliter, Hektoliter, Kiloliter oder Myrialiter, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$ oder $\frac{1}{1000}$ des Liters aber ein Deciliter, Centiliter oder Milliliter. Dieses Decimalgemäss verhält sich zu dem Oestreich. Medicinalgemäss folgender Massen:

	Oestr. Maass		Oestr. Med.-G. Wasser
1 Milliliter =	0,000706	oder	13,714 Grane
1 Centiliter =	0,00706	"	137,14 "
1 Deciliter =	0,0706	"	1371,4 "
1 Liter =	0,706	"	13714,0 "
1 Dekaliter =	7,06	"	137140,0 "
1 Hektoliter =	70,6	"	1371400,0 "
1 Kiloliter =	706,9	"	13714000,0 "
1 Myrialiter =	7069,1	"	137140000,0 "

Die Quantität des Gegendruckes, welche ein Körper erfordert, um auf der Wage ins Gewicht gesetzt zu werden, heisst, wenn das Volumen unberücksichtigt bleibt, das absolute Gewicht desselben, und im Verhältniss zum Volumen des Körpers, d. h. die Verschiedenheit des Gewichtes zweier Körper von gleichem Umfang oder Raum, das specifische Gewicht. Die specifischen Gewichte der Körper von gleichem Raum verhalten sich also wie die Gewichtsmassen dieser Körper, d. h. sie sind um so höher, je grösser die Gewichtsmasse derselben ist. Bei der Bestimmung des specifischen Gewichtes fester und tropfbarflüssiger Körper bedient man sich des Wassers, bei der der luftförmigen Körper der atmosphärischen Luft oder, für wissenschaftliche Zwecke, des Wasserstoffgases als Einheit. Die Bestimmung des specifischen Gewichtes eines Körpers muss für eine gewisse Temperatur gültig sein, welche

gewöhnlich dabei bemerkt ist; für feste und tropfbarflüssige Körper gilt $+4^{\circ}\text{C.}$, weil das Wasser dabei die grösste Dichtigkeit hat, bei luftförmigen Körpern aber 0°C. als Normaltemperatur.

In den Officinen und Laboratorien der Pharmaceuten kommt fast nur die Bestimmung des specifischen Gewichtes von Flüssigkeiten in Betracht. Man bedient sich hierzu Fläschchen von Glas mit gut eingeschliffenen konischen Glasstöpseln oder aufgeschliffenen Glasplatten von bestimmtem Gewichtsinhalt an Wasser, wenn der Stöpsel oder die Platte so ein- oder aufgesetzt ist, dass nirgends ein Luftbläschen sich zeigt (derartige, bei einer bestimmten Temperatur 1000 Gran Wasser fassende Fläschchen finden sich bei Mechanikern im Handel als sog. Tausendgranflaschen vor, müssen jedoch nachgeprüft werden und haben den Uebelstand, dass die Flüssigkeit, deren specifisches Gewicht bestimmt werden soll, auf dieselbe Temperatur gebracht werden muss, bei welcher der Inhalt des Fläschchens an Wasser ermittelt worden ist).

Bei der Bestimmung des specifischen Gewichtes einer Flüssigkeit in irgend einem Fläschchen verfährt man auf folgende Weise. Man bringt vorerst die zu untersuchende Flüssigkeit und ausgekochtes, in einem verschlossenen Glas abgekühltes destillirtes Wasser bei mittlerer Stubenwärme auf gleiche Temperatur. Ist dieses geschehen, so wird das auf einer guten Wage abtarirte Probefläschchen mit dem destillirten Wasser so gefüllt, dass keine Bläschen (die man durch Annäherung eines feinen Drahtes oder einer Nadel in die Höhe ziehen kann) darin befindlich sind, und der Stöpsel oder die Platte so ein- oder aufgesetzt, dass der Ueberschuss des Wassers verdrängt wird. Das Fläschchen wird dann mit Vermeidung einer Erwärmung durch die Hand mittels Saugpapier vollständig abgetrocknet und hierauf der Inhalt an Wasser bestimmt und bemerkt. Das Fläschchen wird nun entleert und vollständig ausgetrocknet, was am besten durch lange Streifen von Fliesspapier oder ungestärkter Leinwand geschieht, die man in das Fläschchen hineinbringt und dann umdreht. Endlich wird die auf das specifische Gewicht zu untersuchende Flüssigkeit mit derselben Vorsicht wie das Wasser hineingebracht, das verschlossene oder bedeckte Fläschchen gehörig abgetrocknet und gewogen. Wie sich nun die Gewichtsmasse des Wassers zu der der in Untersuchung genommenen Flüssigkeit verhält, so verhält sich 1,0 (die Wassereinheit) zu deren specifischem Gewicht. Gesetzt, das Probefläschchen fasse 1120 Gran an Wasser, aber 1506 Gran an Kalilauge, so wäre das specifische Gewicht derselben 1,3455, denn

$$1120 : 1506 = 1 : 1,3455 \dots$$

Hätte man Weingeist untersucht und gefunden, dass das Probe-

fläschchen davon 921 Gran fasse, so wäre dessen specifisches Gewicht 0,822, denn

$$1120 : 921 = 1 : 0,822 \dots$$

Arbeitet man mit einem Tausendgranfläschchen, so hat man die Temperatur der zu untersuchenden Flüssigkeit auf die zu bringen, bei welcher das Probefläschchen eingerichtet worden ist, und dann nur den Inhalt des unter den oben angegebenen Vorsichtsmassregeln gefüllten Fläschchens an der zu untersuchenden Flüssigkeit in Granen zu bestimmen, um sogleich deren specifisches Gewicht zu erschen, denn 1000 drückt hier die Einheit aus und die Zahl der Grane, die darüber oder darunter gefunden werden, drücken dann das Verhältniss zu 1000 aus. Die Kalilauge würde zu 1345,5, der Weingeist zu 822 Gran in dem Fläschchen enthalten sein und also die specifischen Gewichte sich wie 1000 : 1345,5 oder 822 verhalten, was sich wie 1 : 1,3455 oder 0,822 verhält.

Das specifische Gewicht der festen Körper wird ebenfalls aus der Gewichts Differenz des zu untersuchenden Körpers und einer gleich grossen Raummenge Wasser ermittelt. Das einfachste und für beliebig grosse Stücke eines Körpers anwendbare Verfahren besteht darin, dass man an der einen Schale einer empfindlichen Wage mittels eines Hakens und eines feinen Platindrahtes, welche zuvor genau abtarirt worden sind, den zu untersuchenden Körper im Freien und nachher etwa 1 Zoll tief in destillirtem Wasser hangend abwägt. Die gefundene Gewichts Differenz verhält sich zu der absoluten Gewichtsmasse des untersuchten Körpers, wie die Wassereinheit zum specifischen Gewicht desselben; angenommen, man hätte ein Stück Platin, das, frei gewogen, 480 Gran schwer ist, im Wasser hängend aber nur $458\frac{1}{4}$ Gran wiegt, so nimmt es also denselben Raum ein wie $21\frac{3}{4}$ Gran Wasser und sein specifisches Gewicht ist demnach 22,069 . . . , denn

$$21,75 : 480 = 1 : 22,069 \dots$$

Diese Methode erfordert aber sehr viel Aufmerksamkeit und wegen des Einhängens des Drahtes in Wasser eine besondere Berechnung dessen specifischen Gewichtes. Man verfährt sicherer, wenn man sich eines Tausendgranfläschchens oder eines gleich eingerichteten anderen, seiner Wassercapacität nach ermittelten Fläschchens bedient; man kann dann den zu untersuchenden Körper in so kleinen Stücken, dass sie in die Flaschenöffnung fallen können, und selbst in pulveriger Beschaffenheit anwenden. Man bestimmt fürerst auf der Wage den Wasserinhalt des Probefläschchens, wägt dann zugleich auf derselben Wagschale den zu untersuchenden Körper, welcher die Temperatur des Wassers selbst haben muss, ab und bringt ihn nun in den kleinen Stücken oder als Pulver mit der Vorsicht in das Wasser des Probefläschchens,

dass durch das herausfließende Wasser nichts mit herausgerissen wird, rührt langsam mit einem feinen Draht um, damit alle Luftbläschen in die Höhe steigen, was besonders bei pulverigen Körpern sehr zu berücksichtigen ist, setzt den Stöpsel oder die Glasplatte vorsichtig auf, trocknet das Fläschchen aussen vollständig ab und bestimmt nun den Gewichtsverlust des zu untersuchenden Körpers und des Wassers zusammen, worauf man, wie oben, das spezifische Gewicht desselben berechnet; fasst z. B. das Probefläschchen 620 Gran Wasser, beträgt die Masse des zu untersuchenden Körpers 220 Gran und muss man nach der Einbringung desselben in das Probefläschchen zur Herstellung des Gleichgewichts auf der Wage 120 Gran wegnehmen, so ist das spezifische Gewicht des untersuchten Körpers 1,833, denn

$$120 : 220 : 1 : 1,833 \dots$$

Feste Körper, welche leichter als Wasser sind oder sich darin lösen, lassen sich auf diese Weise nicht auf ihr spezifisches Gewicht untersuchen. Man muss dann entweder eine spezifisch sehr leichte oder eine solche Flüssigkeit, welche nicht lösend wirkt, anwenden und aus deren spezifischem Gewichtsverhältniss zu dem des Wassers das spezifische Gewicht des in Untersuchung genommenen Körpers berechnen. Will man z. B. das spezifische Gewicht des Natriums ermitteln, so muss man vorerst das des rectificirten Terpentins bestimmen. In ein Tausendgranfläschchen gehen davon 872 Gran, also ist sein spezifisches Gewicht 0,872; hat man nun 240 Gran Natrium im Freien abgewogen und wiegen dieses und Terpentinöl zusammen im Probefläschchen nur 1105,4 Gran, so sind 6,6 Gran Gewichts-differenz gefunden und das spezifische Gewicht des Natriums wäre, wenn das des Terpentins als Einheit angenommen wird, 0,896, denn

$$233,4 : 240 = 0,872 : 0,896.$$

Soll nun das Verhältniss des spezifischen Gewichtes des Natriums zu dem des Wassers ermittelt werden, so hat man nur noch das so gefundene Verhältniss des Natriums zu dem des Terpentins gleich der Wassereinheit zum gesuchten spezifischen Gewicht des Natriums zu berechnen und wird dieses zu 0,973 finden, denn

$$0,896 : 0,872 = 1 : 0,973 \dots$$

Auf dieselbe Weise verfährt man mit solchen Körpern, die in Wasser löslich sind, indem man irgend eine Flüssigkeit anwendet, die nicht lösend auf den in Untersuchung zu nehmenden Körper wirkt und deren spezifisches Gewicht ermittelt.

Für die Lösungen fester, tropfbarflüssiger oder luftförmiger Stoffe in Wasser hat man besondere Dichtigkeitsmesser, welche Senkwagen oder Aräometer genannt werden. Diese bestehen zwar aus schweren Körpern, sind aber luftdicht hohl bearbeitet

und gewöhnlich von Glas, seltner von Metall gefertigt, und schwimmen in Folge eines am Boden befindlichen Schwerpunktes vertical in Flüssigkeiten, wobei sie je nach der Dichtigkeit derselben mehr oder weniger tief einsinken. Man hat nun derartige Senkswagen entweder einzig und allein auf die Dichtigkeit, d. h. auf das specifische Gewicht der Flüssigkeiten im Allgemeinen construiert und auf den im Innern derselben angebrachten Skalen durch Versuche ermittelte Zahlenausdrücke für das specifische Gewicht angebracht, oder für einzelne Lösungen ganz besondere mit Graden versehene eingerichtet, welche den Procentgehalt anzeigen. Die Grade der verbreitetsten Aräometer stehen bei $+12,5^{\circ}$ C. im folgenden Verhältniss zu dem wirklichen specifischen Gewicht. *)

A. Bei Flüssigkeiten, die leichter als Wasser sind.

Grad- zahl	des Aräometers von			Grad- zahl	des Aräometers von		
	Beaumé	Cartier	Beck		Beaumé	Cartier	Beck
0 =			1,0000	26 =	0,898	0,895	0,8673
1 =			0,9941	27 =	0,892	0,889	0,8629
2 =			0,9883	28 =	0,886	0,883	0,8585
3 =			0,9826	29 =	0,881	0,877	0,8542
4 =			0,9770	30 =	0,875	0,871	0,8500
5 =			0,9714	31 =	0,870	0,865	0,8457
6 =			0,9659	32 =	0,864	0,859	0,8415
7 =			0,9604	33 =	0,859	0,853	0,8374
8 =			0,9550	34 =	0,854	0,848	0,8333
9 =			0,9497	35 =	0,849	0,842	0,8292
10 =	1,000		0,9444	36 =	0,844	0,837	0,8252
11 =	0,993	1,000	0,9392	37 =	0,838	0,831	0,8212
12 =	0,986	0,992	0,9340	38 =	0,833	0,826	0,8173
13 =	0,979	0,985	0,9289	39 =	0,829	0,821	0,8133
14 =	0,972	0,977	0,9239	40 =	0,824	0,815	0,8095
15 =	0,966	0,970	0,9189	41 =	0,819	0,810	0,8061
16 =	0,959	0,962	0,9139	42 =	0,814	0,805	0,8018
17 =	0,952	0,955	0,9090	43 =	0,809	0,800	0,7981
18 =	0,946	0,948	0,9042	44 =	0,804		0,7944
19 =	0,940	0,941	0,8994	45 =	0,800		0,7907
20 =	0,933	0,934	0,8947	46 =	0,796		0,7871
21 =	0,927	0,928	0,8900	47 =	0,791		0,7834
22 =	0,921	0,921	0,8854	48 =	0,787		0,7799
23 =	0,915	0,914	0,8808	49 =	0,782		0,7763
24 =	0,909	0,908	0,8762	50 =	0,778		0,7727
25 =	0,903	0,901	0,8717	51 =	0,773		0,7692

*) Diese Vergleichung ist der Oestreich. Pharmakopöe entnommen.

1) Der Aggregatzustand der Körper oder die Art der Verschiebbarkeit der einzelnen Theilchen eines Körpers. Dieser ist bedingt durch die verschiedene Mächtigkeit der Cohäsionskraft; wirkt sie sehr stark, so erscheint die Materie fest oder starr, bei schwächerer Thätigkeit in kleineren Massen sphärisch und leicht beweglich, bei grösseren Massen als in Tropfen theilbare Flüssigkeit, und bei gänzlich aufgehobener Thätigkeit äusserst beweglich, ausdehn- und zusammendrückbar, durchsichtig und als Luft. Durch diese verschiedene Thätigkeit der Cohäsionskraft wird die starre, die tropfbarflüssige und die elastisch-flüssige Form der Materie bedingt und man unterscheidet hiernach feste, tropfbarflüssige und elastisch-flüssige oder luftförmige Körper. In den festen Körpern hat die Cohäsionskraft eine solche Mächtigkeit, dass jene, wenn sie durch und durch Masse sind, sich nicht durch eine mechanische Kraft zusammendrücken oder ausdehnen lassen; sie repräsentiren die absolute Trägheit der Materie. Bei den tropfbarflüssigen Körpern ist in Folge der geringeren Thätigkeit der Cohäsionskraft noch ein geringes Zusammendrücken oder Ausdehnen durch mechanische Kraft ausführbar und sie breiten sich auf ebenen Flächen mit horizontaler Oberfläche aus. In den elastisch-flüssigen Körpern haben wir die grösste Beweglichkeit der Materie; sie lassen sich ins Unendliche ausdehnen und auf den kleinsten Raum zusammenpressen und ihr Raum steht stets im umgekehrten Verhältniss zu dem Druck, dem sie ausgesetzt sind.

2) Die selbstständige Form der Körper oder die Art der Gestaltung, welche die Körper vermöge der für jede Materie eigenthümlichen Formbildung annehmen. Diese Formbildung ist nach den Aggregatzuständen der Körper verschieden; bei den tropfbarflüssigen und luftförmigen Körpern äussert sie sich als Kugel, welche aber durch äussere Einflüsse die verschiedenartigsten Formveränderungen erleiden kann; bei den festen Körpern hingegen äussert sich die Formbildung entweder regelmässig als Krystallform oder unregelmässig als Aggregatform. Die Krystallform selbst ist sechserlei Art, nemlich

- a) als gleichgliedrige Krystallform in dem Würfel, Achteckflächner, Zwölfflächner, Vierundzwanzigflächner, Halbachtflächner und Halbvierecksechseckflächner;
- b) als sechsgliedrige Krystallform in dem Zweiecksechseckflächner und Halbzweiecksechseckflächner und in der Säule;
- c) als viergliedrige Krystallform in dem Quadratachteckflächner und in der Quadratsäule;
- d) als zweigliedrige Krystallform in dem Rhombenachteckflächner und in der Rhombensäule;

e) als zwei- und eingliedrige Krystallform in der schiefen Rhombensäule, und

f) als eingliedrige Krystallform in der schiefen Rhomboidsäule.

Bei der Krystallbildung treten sehr häufig Unvollkommenheiten ein; lange Krystalle von sehr geringer Breite und Dicke heissen nadelförmige oder haarförmige Krystalle, die in der Länge und Breite ausgedehnten, unbedeutend dicken aber tafelförmige Krystalle oder Blättchen, im Allgemeinen unregelmässige Krystalle, während die normalmässig gebildeten Krystalle regelmässige Krystalle genannt werden.

Die Aggregatform ist sehr mannichfaltig und entweder durch Aneinanderreihung sehr vieler kleiner unregelmässiger Krystalle entstanden, wohin das Baumartige, Gestrickte, Warzenförmige, Büschelförmige, Stangenförmige und Staudenförmige gehören, oder durch das gestaltlose Erstarren flüssiger Körper, wie das Knollige, Kugelige, Traubenförmige, Nierenförmige und Tropfsteinartige, gebildet worden. Körper dieser Art werden auch amorphe Körper, die nach bestimmten Krystallformen aber morphische Körper genannt.

Die Ueberführung der Körper in Krystalle ist eine häufig in den pharmaceutischen Laboratorien vorkommende Operation und wird ausgeführt, um die Körper entweder selbst in fester Form darzustellen oder sie von fremden Stoffen zu befreien. Hierzu ist ein geeignetes Lösungsmittel erforderlich, wozu gewöhnlich Wasser oder Weingeist, in wenigen Fällen auch Aether oder irgend eine andere Flüssigkeit dient, die auf den in Krystallform darzustellenden Körper keine chemische Wirkung äussert, d. h. ihn nicht verändert.

Wenn es nur darum zu thun ist, einen Körper in die krystallinische Form überzuführen, so löst man denselben zuvor in der geeignetsten Flüssigkeit. Die Lösung wird gewöhnlich in der Wärme ausgeführt, weil die Mehrzahl der Körper bei erhöhter Temperatur gewöhnlich in der geeigneten Flüssigkeit mehr löslich ist, als in der Kälte; jedoch darf die Lösung nicht so weit getrieben werden, dass das Lösungsmittel selbst in der Wärme vollständig mit dem gelösten Körper gesättigt ist, weil bei dem ersten Sinken der Temperatur eine Abscheidung des gelösten Körpers in nicht deutlichen Krystallen oder selbst in pulveriger Form stattfindet; jedoch darf auch die Lösung nicht zu schwach sein, weil dann beim Erkalten nur wenig oder gar nichts des gelösten Körpers auskrystallisiren würde. Die Lösung des in Krystallform überzuführenden Körpers geschieht in Glaskolben, in Porzellanschalen, in Töpfen und Holzgefässen oder auch, wenn man keine Verunreinigung zu befürchten hat, in Kesseln von Metall über

der Flamme einer Weingeistlampe, über freiem Feuer, im Wasser- oder Sandbad oder, wenn dazu Gelegenheit ist, in oder durch Wasserdampf. Die gebildeten Lösungen müssen, wenn sie ungelöste Theile des zu lösenden Körpers oder fremde unlösliche Substanzen enthalten, filtrirt oder durchgeseiht und in den erwärmten Krystallirgefässen aufgesammelt werden. Das Filtriren geschieht am raschesten durch ein vielfaltiges Filter, das in einem Trichter eingesetzt ist, oder durch reine Leinwand, welche auf einen hölzernen Tenakel ausgespannt ist; zuweilen muss auch die Leinwand noch mit Filtrirpapier belegt werden. In allen Fällen muss aber das Papier oder die Leinwand vor dem Filtriren mit dem heissen reinen Lösungsmittel befeuchtet sein und das Filter oder Colirtuch während des Durchseihens immer voll erhalten werden, damit keine Abscheidung des festen Körpers in Folge der Abkühlung durch die zutretende kalte Luft stattfindet, wodurch das Durchlaufen der aufgegossenen Lösung so sehr verlangsamt werden kann, dass selbst innerhalb des Filters oder auf dem Colirtuch eine Krystallisation eintritt. Die durchzuseihende Flüssigkeit muss deshalb bei der Temperatur erhalten werden, bei welcher die Lösung stattgefunden hat.

Als Krystallisirgefässe benutzt man in den pharmaceutischen Laboratorien fast durchgehends Porzellanschalen, welche auf einem Strohkranz stehen und an einem Ort aufgestellt werden, wo ihr Inhalt in der Ruhe erkalten kann; in einigen Fällen sind auch Schüsseln oder Töpfe von Steingut, bei Arbeiten im Grossen auch reine Holzgefässe zum Abkühlen der Lösungen und Krystallisiren nothwendig. Es ist aber, wie bereits bemerkt, zweckmässig, die Krystallisirgeschirre zuvor zu erwärmen, wenn man schön ausgebildete Krystalle gewinnen will. Da jedoch die reine Krystallform kein unbedingtes Erforderniss für die krystallisirbaren pharmaceutischen Präparate und selbst bei der weiteren Verarbeitung derselben in der Receptur oder bei chemischen Operationen damit oft störend ist, so braucht die Krystallisation nicht in der Ruhe stattzufinden, sondern sie wird vielmehr durch stetiges Umrühren der heiss filtrirten oder durchgesehenen Lösung bis zum vollständigen Erkalten so sehr gestört, dass Krystalle von den kleinsten Dimensionen entstehen und ein nur krystallinisches Pulver darstellen, welches sich leicht durch Schütteln in dem kalten Lösungsmittel löst und auch ohne weitere zeitraubende Arbeiten anderen pulverigen Körpern beigemischt werden kann. Diese Störung der Krystallbildung unternimmt man insbesondere bei Körpern, die aus Wasser krystallisirt sind; sie kann aber auch in kalten Auflösungen dadurch bewerkstelligt werden, wenn man diese mit einer Flüssigkeit vermenget, welche zwar mit Wasser mischbar

ist, aber nicht auf den gelösten Körper selbst lösend wirkt. So kann man bei der Darstellung eines kleinkrystallinischen, fast pulverigen schwefelsauren Kupferoxydammoniaks dessen Lösung mit Weingeist schütteln, wobei der Weingeist das Wasser anzieht und dieses Doppelsalz, da es selbst in wässrigem Weingeist nicht auflöslich ist, als ein nur krystallinisches Pulver abgetrennt wird.

Auch bereits krystallisirte Körper werden häufig für die pharmaceutische Verwendung neuen Krystallisationen unterworfen, um sie von fremden, ja selbst von ebenfalls krystallisirbaren Körpern zu reinigen. Die Art und Weise, wie dieses geschieht, wird bei den betreffenden durch Umkrystallisation zu reinigenden Präparaten näher erörtert. Hier ist nur anzuführen, dass die Reinigung durch Umkrystallisation auf der verschiedenen Löslichkeit der Körper beruht und dass aus einem Gemenge mehrerer gelöster Körper derjenige zuerst auskrystallisirt, welcher in der grössten Menge vorhanden ist, und durch den Uebergang desselben aus dem flüssigen in den festen Zustand dem anderen Körper so viel Lösungsmittel geboten bleibt, dass er auch beim Erkalten nicht krystallisirt. Es ist jedoch nicht zu vermeiden, dass zwischen den Berührungsflächen der einzelnen Krystalle und in den leeren Räumen dieser selbst etwas von der Lösung des anderen Körpers zurückbleibt, wesshalb, wenn grosse Krystalle dargestellt werden sollen, dieselben einige Male umkrystallisirt werden müssen. Wenn man aber während der Abkühlung die regelmässige Krystallbildung durch Umrühren stört, so wird von der Lösung des fremden Körpers wenig oder gar nichts aufgenommen und diese selbst lässt sich leicht durch Spülen mit dem Lösungsmittel beseitigen. In besonderen Fällen scheidet sich auch der die Verunreinigung bedingende Körper im Anfang der Krystallisation aus, und man hat dann die reinere oder gänzlich reine Lösung von jenem zu trennen und zweck- oder vorschriftsmässig weiter zu bearbeiten.

Körper, welche in kalten und heissen Lösungsmitteln gleich oder wohl gar in letzteren weniger löslich sind, löst man in den Lösungsmitteln bis zu deren Sättigung und überlässt dann die Lösung der freiwilligen Verdunstung, d. h. man stellt sie an einen mässig warmen Ort, wobei das Lösungsmittel sich an der Oberfläche in Dunst verwandelt, der sich der atmosphärischen Luft mittheilt, mit dieser weggeführt und in der nun zutretenden Luft durch neuen Dunst ersetzt wird, so dass das Lösungsmittel nach und nach verschwindet und den sich bildenden Krystallen die gehörige Zeit zur regelmässigen Ausbildung gewährt wird. Auf diese Weise werden die schönsten Krystalle gebildet und man kann diese Art der Krystallisation auch bei solchen Körpern vornehmen, die in kalten Lösungsmitteln weniger als in heissen löslich sind. Kommt

es überhaupt darauf an, schöne und deutliche Krystalle zu erhalten, so muss auch bei den Krystallisationen aus einer heiss bereiteten Lösung diese so langsam wie möglich abkühlen, was dadurch ermöglicht wird, dass man das Krystallisirgefäss mit schlechten Wärmeleitern umgiebt und bedeckt (und zwar am einfachsten, indem man über dieses einen hinreichend weiten und tiefen Kasten oder ein Fass stürzt).

Manche Körper haben bei dem Krystallisiren aus den Lösungen die Eigenschaft zu effloresciren oder auszublühen, was dadurch veranlasst wird, dass zwischen der Wand des Krystallisirgefässes und der gebildeten Krystallmasse in Folge von Capillarität Lösung in die Höhe steigt und daraus feine Krystalle entstehen; es findet ein weiteres Aufsteigen der Lösung bis zu und endlich über den Rand statt, so dass sie zuletzt ausfliesst, was man dadurch verhindert, dass man den Rand mit Talg bestreicht.

Die gebildeten Krystallmassen sitzen oft sehr fest in den Krystallisirgefässen, und ihre Herausnahme kann dann so schwierig werden, dass diese, wenn sie von Porzellan, Glas oder Steingut sind, leicht dabei zerbrechen. Um sie loszutrennen, muss man die Flüssigkeit vollständig abfliessen lassen und dann die Gefässe vorsichtig von aussen erwärmen. Sind nun die Krystalle schmelzbarer Beschaffenheit, so schmilzt die den Wänden des Krystallisirgefässes zunächst liegende Schicht, so dass sich nun die ganze Masse leicht herausnehmen lässt; ist hingegen der krystallisirte Körper unschmelzbar, so findet doch durch die in Folge der Erwärmung eintretende Ausdehnung des Krystallisirgefässes eine Lostrennung statt und die Krystallmasse lässt sich schon in der Wärme oder, wenn es hier noch nicht mit Leichtigkeit geschehen sollte, nach dem Abkühlen des Krystallisirgefässes lostrennen.

Es ist fast durchgehends nothwendig, die abgesonderte Krystallmasse von der anhängenden Lösung der fremden Körper zu trennen, wenn man reine Präparate erzielen will. Um dieses zu bewerkstelligen, bringt man die Krystalle auf einen in eine Flasche gesetzten Glastrichter, dessen Röhre innerhalb lose mit Baumwolle verstopft ist, bei grösseren Quantitäten aber auf eine passend aufgestellte Zuckerhutform, und spült sie hier mit etwas des Lösungsmittels ab. Ist der Körper sehr kleinkrystallinisch, so wird dadurch der letzte Antheil der fremden Körper beseitigt. Nach dem Abtröpfeln bringt man die Krystalle auf weisses Filtrirpapier, das auf einem Spansieb ausgebreitet ist, und trocknet sie nun je nach der Natur des krystallisirten Körpers bei gewöhnlicher oder erhöhter Temperatur.

In manchen Fällen sind neugebildete oder ausgezogene krystallisirbare Körper bei der Krystallisation durch fremde färbende Stoffe dunkelfärbig und lassen sich auch durch Umkrystallisation

ohne grossen Verlust nicht farblos darstellen. Hier ist das Auspülen mit dem Lösungsmittel, das sog. Decken der Krystalle, mitunter von dem auffallendsten Erfolg und dieser wird noch dadurch erhöht, wenn man statt des blossen Lösungsmittels eine Lösung des reinen Körpers selbst zum Decken anwenden kann; so ist der aus rohem Weinstein dargestellte Natronweinstein sehr dunkelfarbig krystallirt und er wird fast blendend weiss, wenn man ihn im gepulverten Zustand auf einem Trichter mit Wasser deckt. In anderen Fällen ist das Decken dunkler Krystalle wegen des Werthes des zu reinigenden Körpers nicht praktisch, indem das Lösungsmittel zu viel davon wegnehmen würde; in solchen Fällen wendet man mit sehr gutem Erfolg das Auspressen an, indem man die noch feuchte Krystallmasse in Filtrirpapier einschlägt und mit Leinwand umlegt in einer Presse einem sehr langsam gesteigerten Druck aussetzt, bis nichts mehr abtröpfelt; auf diese Weise erhält man z. B. aus dem rohen, sehr dunkel gefärbten salzsauren Morphin eine fast weisse Masse, die sich ohne sonderlichen Verlust durch Umkrystallisiren leicht reinigen und farblos darstellen lässt.

Bei allen Krystallisationen bleibt ein Theil Flüssigkeit zurück, welche die Mutterlauge genannt wird. Diese enthält aber stets von dem bereits auskrystallirten Körper noch gelöst und wird (nebst der Deck- oder Pressflüssigkeit) so lange durch theilweises Eindampfen und Abkühlenlassen auf das Product bearbeitet, als die Ausbeute noch lohnend ist. Die hierbei erhaltenen Krystallmassen sind aber gewöhnlich unreiner und müssen entweder durch Umkrystallisiren gereinigt oder in solchen Fällen, wo eine Verunreinigung nichts schadet, verwendet werden.

Mehrere zusammengesetzte Körper, namentlich die Metalloxyde nach der Zusammensetzung der Formel $M_e_2 O_3$ und einige deren Salze, haben bei gleicher Krystallform die Eigenschaft, zusammen zu krystallisiren, ohne in dieser Vereinigung eine wirkliche chemische Verbindung darzustellen. Derartige Körper nun, die sich in einer Verbindung im Verhältniss ihrer Massenanteile unter einander vertreten können, ohne eine wesentliche Formveränderung der Verbindung zu veranlassen, heissen isomorphe (gleichgestaltige) Körper und die Lehre davon wird die Isomorphie genannt. Andere Körper, und zwar nicht allein zusammengesetzte, sondern auch einige einfache, haben dagegen die Eigenschaft, unter gewissen Umständen in zwei und selbst in noch mehr verschiedenen Formen auftreten zu können und heissen dann dimorphe (zweigestaltige) oder polymorphe (vielgestaltige) Körper und die Lehren darüber die Dimorphie oder Polymorphie. Die Erscheinungen der Di- oder Polymorphie an den chemischen Elementen werden

die Allotropie und derartige in verschiedenen Formen auftretende Elemente allotropische Elemente genannt; diese zeigen dann auch Verschiedenheiten im specifischen Gewicht und in der specifischen Wärme.

Die Isomorphie und die Di- oder Polymorphie sind für den Pharmaceuten nicht ganz unwichtig bei der Reinigung gewisser Körper durch Krystallisation oder bei der Bestimmung eines Körpers. In Bezug auf die Isomorphie ist der Alaun ein sprechendes Beispiel für die Unzulänglichkeit der Umkrystallisation bei der Reinigung, denn der Alaun ($\text{Al}_2 \text{O}_3, 3 \text{SO}_3 + \text{KO}, \text{SO}_3$), welcher etwas schwefelsaures Eisenoxyd ($\text{Fe}_2 \text{O}_3, 3 \text{SO}_3$) enthält, hat weder eine andere Form noch eine andere Farbe, als im reinen Zustand, und kann zu verschiedenen Malen aus Wasser umkrystallisirt werden, ohne frei von Eisen aufzutreten; nur auf chemischem Wege, durch Digestion der wässerigen Lösung des Alauns mit einer hinreichenden Menge frisch gefällten Thonerdehydrates, wird das Eisenoxyd abgeschieden und statt dessen Thonerde aufgenommen, so dass nun der Alaun frei von Eisen krystallisirt. Für die Dimorphie der Körper sind als einfacher Körper der Schwefel und als zusammengesetzter Körper das Quecksilberiodid den Pharmaceuten interessirende Beispiele; der Schwefel krystallisirt nemlich aus seinen Lösungen (in Schwefelkohlenstoff) in durchscheinenden spitzen Rhomboëdern, beim langsamen Erkalten des geschmolzenen Schwefels oder beim Sublimiren in durchsichtigen schiefen rhombischen Säulen; das Quecksilberiodid bildet beim Sublimiren eine gelbe krystallinische Masse, welche zur Grundform ein gerades rhombisches Prisma hat und bei der geringsten Berührung mit einem rauhen Körper bald durch und durch roth wird und nun ein quadratisches Oktaëder als Grundform hat.

3) Die Structur der festen Körper oder die mehr oder weniger regelmässige Anordnung in den Massentheilen. Die regelmässige Structur ist die krystallinische Structur; sie findet sich in den meisten Krystallen und ist mit der Spaltbarkeit, d. h. mit der Eigenschaft verbunden, dass die Körper sich nach glatten, glänzenden und ebenen Flächen trennen lassen. Körper von dieser Eigenschaft werden krystallinisch-blättrige Körper genannt. Je nachdem nun die einzelnen Theile von ziemlich gleicher Länge, Breite und Dicke und ohne Regelmässigkeit angehäuft, oder vorherrschend lang und zurücktretend breit und dick, oder von unbestimmter Breite und Dicke sind, unterscheidet man krystallinisch-körnige, krystallinisch-strahlige oder krystallinisch-faserige Körper; fehlt jedoch die Spaltbarkeit, so heissen sie unkrystallinische oder dichte Körper. Von der krystallinischen Structur ist die Absonderung der

Körper verschieden; es bilden sich hierbei zwar auch Stücke von bestimmter Form, aber sie sind mehr schaliger oder stengeligiger Form; die entstehenden Flächen werden die Absonderungsflächen genannt.

4) Die Cohäsionsverhältnisse der Körper oder die Art und Weise des Zusammenhanges der einzelnen Theilchen der Masse. Feste Körper sind entweder spröde oder geschmeidig oder elastisch; spröde Körper zerspringen beim Aufschlagen, Stossen oder Reiben in kleinere Stücke und lassen sich pulvern, werden deshalb auch pulverisirbare Körper genannt; geschmeidige Körper nehmen bedeutende Eindrücke an, ohne zu zerbrechen oder zu zerbröckeln, lassen sich hämmern, auswalzen, prägen, zu Draht ziehen u. s. w. und werden deshalb auch streckbare oder dehbare Körper genannt; elastische Körper hingegen sind solche, welche zwar mechanische Eindrücke annehmen, diese aber beim Aufheben des Drucks wieder verschwinden lassen. Auf diese Cohäsionsverhältnisse hat aber die Temperatur einen wesentlichen Einfluss, indem mit der Aenderung derselben spröde Körper geschmeidig oder elastisch und geschmeidige Körper spröde werden können. Das quantitative Verhältniss der Cohäsionsverhältnisse der festen Körper wird die Härte genannt, deren Mächtigkeit nach der gewissen Körpern eigenthümlichen Härte bezeichnet wird, wonach man Diamanthärte, Glashärte u. s. w. unterscheidet; die Betrachtung derselben ist mehr Gegenstand der Mineralogie. Bei den tropfbarflüssigen Körpern geben sich die Cohäsionsverhältnisse durch den Grad der Beweglichkeit in der ganzen Masse und den der Absonderungsfähigkeit in einzelne Tropfen kund und man unterscheidet hiernach dünnflüssige, flüssige und dickflüssige Körper oder kleintropfbare, tropfbare und gross-tropfbare Flüssigkeiten (die Grösse der Tropfen ist aber auch zum grossen Theil von der Form und der Oberfläche der Körper, über welche sie abfliessen, bedingt, wesshalb die Verordnung von flüssigen Heilmitteln nach Tropfen eine sehr unsichere Gabe ist). Bei den elastisch-flüssigen Körpern zeigen sich dreierlei Cohäsionsverhältnisse, die durch die Temperatur oder durch den Druck oder durch Temperatur und Druck zugleich bedingt werden; Luftarten, welche durch Abkühlung in eine andere Form übergeführt werden, heissen unbeständig elastisch-flüssige Körper, diejenigen, welche sich durch Druck oder durch diesen und Temperaturerniedrigung zugleich tropfbarflüssig machen lassen, zusammendrückbare oder coërcible elastisch-flüssige Körper und solche endlich, welche weder durch Temperaturerniedrigung, noch durch Druck, noch durch beide zugleich verändert werden, beständig oder permanent elastisch-flüssige Körper.

Der sog. Dampf oder Bläschendunst entsteht bei der Vermischung unbeständig elastisch-flüssiger Körper mit kalter Luft und besteht aus Luftbläschen, welche mit einer Hülle des verdichteten Körpers umgeben sind.

Bei der Verwendung der Naturkörper zu pharmaceutischen und medicinischen Zwecken müssen die Cohäsionsverhältnisse derselben mannichfach verändert werden. Dieses geschieht entweder durch mechanische Kräfte, worauf das Zerschneiden, Feilen, Raspeln, Pulvern und Zerreiben beruht, oder durch physische und chemische Kräfte, wie durch Erhitzung und Lösung.

Von der Adhäsion und Capillarität der Körper.

Gleichartige und ungleichartige Körper haften mehr oder weniger an einander oder ziehen sich gegenseitig an, wenn ihre Flächen in möglichst vielen Punkten sich berühren, ohne jedoch ein stetiges Ganze zu bilden; man schreibt diese Eigenschaft einer Modification der Cohäsionskraft zu und nennt sie die Adhäsionskraft, die Kraft des Anhangs oder die Flächenanziehung. Diese äussert sich am auffallendsten zwischen Körpern von verschiedenem Aggregatzustand und ist hier nicht allein im Stande, der Schwere und der Cohäsion entgegen zu wirken, sondern auch in einigen Fällen die chemische Affinität der Körper aufzuheben oder sie doch wenigstens zu modificiren. Die Flächenanziehung veranlasst die Erscheinung, dass Flüssigkeiten an der Oberfläche fester Körper in die Höhe steigen; da sich diese Erscheinung am auffallendsten in sehr engen Röhren, in den sog. Haarröhren äussert, so nennt man sie die Haarröhrenthätigkeit oder Capillarwirkung, auch kurzweg die Capillarität, und Körper, die diese Eigenschaft in einem bedeutenderen Grad zeigen, capillare Körper. Diese Capillarität zeigt sich nun nicht allein zwischen festen und festen oder festen und flüssigen Körpern, sondern auch zwischen festen und luftförmigen Körpern (und hier am auffallendsten bei der Bereitung des Platinohres in der ungemeynen mechanischen Verdichtung des Sauerstoffgases und bei der Kohle in deren Fähigkeit, sehr verschiedene Luftarten in grosser Menge in sich aufzunehmen), zwischen flüssigen und flüssigen Körpern bei der sog. Mischung und zwischen flüssigen und festen Körpern in der sog. Lösung. In den meisten Fällen wird dabei eine Temperaturveränderung veranlasst, indem entweder bei der Verdichtung luftförmiger Körper zu flüssigen oder festen Körpern oder bei der Vermischung zweier flüssiger Körper Wärme entwickelt oder beim Lösen von festen in flüssigen Körpern die Temperatur erniedrigt wird.

Auf der Flächenanziehung beruhen viele Operationen und Erscheinungen in der Natur und im täglichen und gewerblichen Leben, wie das Schreiben, Malen, Bestäuben, Schminken, das Belegen des Spiegelglases, das Ueberziehen der Metalle mit anderen Metallen, das Leimen, Löthen, Lackiren u. s. w., das Zusammenhalten gesprungener Glas-, Stein- und Erdgeschirre, des Granites und anderer aus verschiedenen Mineralien zusammengesetzten Gesteine, der Krystalle u. s. w. Die Capillarität finden wir in der Natur thätig beim Aufsteigen und Reinigen des Wassers in den Erdschichten und Gesteinen, in dem Aufsteigen des Pflanzensaftes und in der Circulation des Blutes und anderer thierischen Flüssigkeiten, in der Anziehung dunstförmiger und elastisch-flüssiger Körper von der porösen Erdoberfläche, in der Lösung luftförmiger und fester Körper in den Quellwässern u. s. w. und wir bringen sie in Anwendung bei dem Aufsaugen und Abtrocknen der Flüssigkeiten durch Leinwand, Papier und andere poröse Körper, bei dem Brennen der Heiz- und Leuchtmaterialien am Docht, beim Filtriren, bei der künstlichen Reinigung des Wassers, beim Färben der Zeuge, beim Vermischen flüssiger Körper unter einander und beim Lösen verschiedener fester Körper in Flüssigkeiten u. s. w., wenn hier nicht zugleich die chemische Affinität der Körper mit ins Spiel kommt.

Die meisten festen pulverisirbaren Körper haben im feinertheilten Zustand die Eigenschaft, in gewissen Flüssigkeiten, ohne durch die Capillarität oder die chemische Affinität derselben gelöst zu werden, nach dem Umschütteln oder Aufrühren längere Zeit schwimmend zu bleiben, was durch die Adhäsion zwischen dem festen und flüssigen Körper veranlasst wird. Je nach der Dichtigkeit der festen Körper und der Art ihrer Vertheilung bleiben jene längere oder kürzere Zeit in der Flüssigkeit schwimmend und senken sich nur nach und nach zu Boden, indem die Adhäsionskraft durch die Schwerkraft wieder überwunden wird.

In Folge dieser Eigenschaft lassen sich verschiedene pulverige Körper, wenn sie Gemenge oder von verschiedener Grösse in den einzelnen Theilchen sind, mechanisch trennen, indem man sie mit einer Flüssigkeit, gewöhnlich mit Wasser, zu einem sehr dünnen Brei anrührt und diesen nach einiger Zeit von dem Bodensatz abgiesst, wobei die specifisch leichteren Bestandtheile eines Gemenges oder die feinsten Theilchen eines Pulvers mit der abfließenden Flüssigkeit weggeführt werden; der Bodensatz wird noch so oft mit frischer Flüssigkeit angerührt oder umgeschüttelt und diese nach einiger Ruhe abgegossen, bis sie nur wenig oder gar keine trübenden Theile mehr aufnimmt. Diese Operation der Trennung heisst das Schlemmen und sie wird in den pharma-

ceutischen Laboratorien gewöhnlich nur deshalb ausgeführt, um die feinsten Theilchen eines Pulvers abzusondern oder die leichteren Bestandtheile eines Gemenges zu gewinnen; bei Zubereitung von Erzen durch Schlemmen sucht man hingegen die schwereren Bestandtheile eines gemengten Pulvers oder kleinkörnigen Gemenges zu gewinnen. In vielen Fällen ist mit dem Schlemmen auch ein Lösen gewisser Körper und somit eine weitere Reinigung verbunden. Die abgeschlemmten Theile setzen sich nach längerer Zeit aus der Flüssigkeit vollständig ab und können gesammelt und getrocknet werden; sie geben dann nach dem Zerreiben das feinste Pulver. Führt man das Schlemmen nur deshalb aus, um einen Körper in unfühlbaren Staub zu verwandeln, so wird derjenige Theil desselben, welcher sich nicht aufgeschlemmt oder schnell wieder abgesetzt hat, durch mechanische Kraft, nemlich durch Stossen oder Reiben in einem Mörser weiter zerkleinert und geschlemmt, was man das Alkoholisiren und die so zubereiteten Stoffe alkoholisirte Körper nennt.

Ist der suspendirte Körper eine Verunreinigung einer Flüssigkeit, die beseitigt werden muss, oder, wenn er selbst das Endziel der Arbeit ist, scheidet er sich nur sehr langsam aus der Flüssigkeit ab und will man überhaupt nicht mit zu grossen Mengen von Flüssigkeiten zu thun haben, so geschieht die Absonderung der festen von den flüssigen Theilen durch Seihen oder Filtriren, indem man die Flüssigkeit durch Zeuge oder Papier laufen lässt, wobei die festen Körper durch ihr grösseres Adhäsionsverhältniss zu festen porösen Körpern auf diesen selbst zurückgehalten werden, die flüssigen Theile in Folge der Capillarität aber durchfliessen. Man bedient sich hierzu, besonders wenn sehr grosse Quantitäten von Flüssigkeiten durchgeseiht werden sollen, hinreichend grosser Tücher von Leinwand, sog. Seihtücher oder Colirtücher, welche auf viereckigen Rahmen aufgespannt werden, oder bei nicht zu grossen Quantitäten von Flüssigkeit der sog. Filter von weissem ungeleimtem Papier, welche in Trichter von Glas, Porzellan oder Weissblech eingesetzt und diese selbst auf Flaschen, Cylindergläser oder in runde Löcher eines Brettes gestellt werden. Die Filter werden von verschiedener Form gemacht, je nachdem der feste Körper oder die Flüssigkeit das Endziel der Arbeit ist. Im ersteren Fall, z. B. bei der Ansammlung von Niederschlägen, bedient man sich des glatten Filters, welches man auf die Weise erhält, dass man ein hinreichendes grosses kreisrundes Stück Papier zuerst halb und den gebildeten Halbkreis noch einmal zusammenschlägt und von dem so gebildeten Viertelkreisabschnitt eine Papierlage ausdrückt, so dass ein Kegel entsteht, der zur Hälfte aus einer einfachen, zur anderen Hälfte aber aus einer

dreifachen Papierwand besteht. Da, wo man die Flüssigkeit zu benutzen oder weiter zu bearbeiten hat, bedient man sich des vielfaltigen Filters, von dem man zweierlei Art hat; das eine stellt man dadurch dar, dass man jeden der auf obige Weise erhaltenen Viertelkreisabschnitte einmal nach Innen und jeden der so erhaltenen Achtelkreisabschnitte einmal nach Aussen zusammenschlägt; das andere hingegen erhält man dann, wenn man jeden der Achtelkreisabschnitte noch einmal nach Innen und jeden der so gebildeten Sechzehntelkreisabschnitte einmal nach Aussen zusammenfaltet. Man erhält so einen Fächer, der im letzten Fall aus 9, im ersteren Fall aus 5 Falten besteht und beim Auseinanderfalten einen tiefgerieften Kegel bildet, welcher in den Trichter so eingesetzt wird, dass er überall an den Wänden desselben anliegt und innerhalb durch Anlegen der Falten einen glatten Kegel bildet; die Spitze muss in die Röhre des Trichters möglichst tief hineinragen. Bevor man nun das Filtriren beginnt, es mag durch das Papier oder durch Leinwand stattfinden, muss man die Leinwand oder das Papier durch und durch mit derjenigen Flüssigkeit, durch welche die Lösung erhalten worden ist, befeuchten, damit nicht die festen Theile in der Flüssigkeit an der Oberfläche des Filters so fest anhaften, dass dadurch das Durchsiehen gestört wird. Auch ist es mit Zeitersparniss verbunden, wenn man die durchzusehende oder zu filtrirende Flüssigkeit möglichst durch Ruhe sich setzen lässt und, wenn sie sich dadurch vollkommen klärt, die helle Flüssigkeit für sich abgiesst, worauf man den dicken Bodensatz auf das genässte Seiltuch oder Filter giebt und dabei, wenn die Flüssigkeit heiss filtrirt wird, Sorge trägt, dass durch Nachgiessen das Seiltuch oder Filter immer möglichst voll gehalten wird, damit nicht eine Eintrocknung stattfindet, durch welche das spätere Durchsiehen sehr gestört wird.

In manchen Fällen unterstützt man auch das Helldurchgehen der Flüssigkeiten durch Leinwand durch Einlegen von Papier auf das Colirtuch. In diesem Fall, welcher besonders beim UmkrySTALLISIREN von Salzen aus Wasser vorkommt, legt man auf das trockne Colirtuch ein passendes Stück Filtrirpapier und drückt dieses vorsichtig so an, dass es sich, um die Form des aufgespannten Colirtuches zu erhalten, zusammenfaltet, ohne zu reissen, worauf man das Papier und Colirtuch erst befeuchtet. In anderen Fällen bedient man sich der sog. Filtrirsäcke, welche aus Leinwand zusammengenäht oder auch aus Filz gefertigt werden und die Form eines spitzen Kegels haben. Auch diese müssen vor dem Aufgiessen der durchzusehenden Flüssigkeit genässt werden; die aus Leinwand gefertigten Filtrirsäcke sind besonders

dann brauchbar, wenn die unlöslichen Theile von einem Rückhalt der Flüssigkeit durch Auspressen befreit werden sollen.

Die auf den Colirtüchern, Filtern und Filtrirsäcken zurückbleibenden Stoffe müssen in der Regel von den inhärenden flüssigen oder auch mitunter selbst von festen, aber löslichen Theilen vollständig getrennt werden, entweder um die unlöslichen Theile rein darzustellen oder die löslichen Theile vollständig zu gewinnen. Dieses geschieht durch Nachgiessen des betreffenden Lösungsmittels, bis das Durchseihende nichts mehr davon aufnimmt; man nennt diese Operation das Aussüssen oder Auswaschen. Sie ist oft die Hauptoperation, um die Körper rein darzustellen oder die möglichst grosse Ausbeute zu gewinnen. Man hat bei dem Aussüssen seine Hauptaufmerksamkeit darauf zu richten, dass der auf dem Colirtuch, dem Filter oder dem Filtrirsack zurückbleibende Körper stets einen gleichmässigen Feuchtigkeitszustand behält, bis er vollkommen ausgesüsst ist; er darf oberflächlich nicht antrocknen oder Risse bekommen und muss deshalb stets mit der Auswaschflüssigkeit bedeckt sein. Muss ein derartiger Niederschlag über Nacht oder überhaupt eine Zeitlang stehen bleiben, ohne dass man frische Auswaschflüssigkeit aufgiessen kann, so senkt man das Colirtuch oder den Trichter oder den Filtrirsack so tief in die Auswaschflüssigkeit, dass diese von aussen über der Oberfläche des Filterinhaltes steht. Man kann auch das Auswaschen fortsetzen, ohne nachzugliessen, wenn man eine mit Auswaschflüssigkeit gefüllte Flasche, welche in einer passenden Vorrichtung eingesetzt ist, so in den flüssigen Inhalt des Filters stürzt, dass sie in die Flüssigkeit hineinragt; ist der flüssige Filterinhalt abgelaufen, so dass die Mündung der Flasche frei wird, so läuft aus dieser so viel Waschflüssigkeit ab, bis die Oeffnung wieder gesperrt ist. Auf gleiche Weise lässt sich durch eine heberartige Vorrichtung ein unausgesetztes Auswaschen des Filterinhaltes bewerkstelligen, wenn man neben dem Filter ein Gefäss mit Waschflüssigkeit so aufstellt, dass seine Flüssigkeitsoberfläche mit dem höchsten Standpunkt der Flüssigkeit im Filter gleich hoch ist und beide Flüssigkeiten nun durch eine heberartige, mit Flüssigkeit gefüllte Röhre in Verbindung bringt. In beiden Fällen ist es zweckmässig, zuvor den an dem oberen Rand des Filters sitzenden Niederschlag nach der Hauptmasse zusammen zu spülen, was durch eine sog. Spritzflasche geschieht. Diese selbst besteht aus irgend einer geeigneten, beim Auswaschen mit heissen Flüssigkeiten zum Erhitzen tauglichen Flasche, in deren Oeffnung mittels eines zweimal durchbohrten Korkes eine spitzwinkelig gebogene, an dem äusseren Schenkel zu einer engen Oeffnung verlaufende Glasröhre so eingesetzt wird, dass sie innerhalb der Flasche bis

auf den Boden derselben langt, während in die zweite Bohröffnung des Korkes eine stumpfwinkelig gebogene oder gerade Glasröhre so eingesetzt wird, dass sie eben unterhalb des Korkes langt. Ist diese Flasche mit der Auswaschflüssigkeit gefüllt und wird durch die gerade oder stumpfwinkelig gebogene Glasröhre Luft hineingeblasen, so strömt aus der anderen Glasröhre Flüssigkeit mit einer solchen Gewalt aus, dass sie beim Aufliessen auf den oberen Rand des Filters den hier sitzenden Niederschlag losreisst und nach der Mitte zu hinspült.

Die Trichter, welche zum Filtriren benutzt werden, müssen in dem eigentlichen Trichter so geradeflächig ausgeweitet sein, dass dieser einen Winkel von 60 Grad bildet, also der senkrechte Durchschnitt desselben ein gleichseitiges Dreieck darstellt; ein derartig gestalteter Trichter fasst das oben beschriebene einfache Papierfilter so genau, dass er sich überall an die Wände desselben anschliesst, ohne Falten zu bilden und die vielfaltigen Filter dehnen sich genau nach den Wänden des Trichters, ohne dass sie durch den Druck der Flüssigkeit, wenn diese in die Mitte hineingegossen wird, reissen.

Manche Filtrationen müssen wegen der dickflüssigen Beschaffenheit des tropfbarflüssigen Körpers oder, wenn dieser bei gewöhnlicher Temperatur fest ist, in einem erwärmten Medium vorgenommen werden. Wenn die Flüssigkeit flüchtige Bestandtheile enthält, wodurch ein Eintrocknen des Filterrandes oder ein Verlust beim Filtriren im Freien stattfinden würde, so muss man einen doppelwandigen Blechtrichter zum Einsetzen des Filters anwenden, der noch ausserdem durch einen gutpassenden, nach Innen flach gebogenen Deckel verschlossen werden kann. Der Zwischenraum der äusseren und inneren Trichterwand wird nach dem Einsetzen des Filters und nach dem Aufgiessen der heissen Flüssigkeit mit kochendem Wasser angefüllt, dann der Deckel aufgesetzt und dieser mit kaltem Wasser bedeckt, damit die sich verflüchtigenden Theile an der Innenfläche desselben verdichtet werden; wird während des Filtrirens das umgebende Wasser zu sehr abgekühlt oder das auf dem Deckel befindliche zu sehr erhitzt, so lässt man jenes durch einen Zapfen und giesst dieses einfach ab und ersetzt es durch kochendes oder kaltes Wasser. Fette Oele und geschmolzene Talgarten, wie z. B. Cacaobutter, filtrirt man auf gewöhnliche Weise in einem heissen Trockenraum.

In manchen Fällen ist das Filtriren durch Leinwand, Papier oder Filz wegen der Natur der Flüssigkeit nicht zulässig, wie z. B. bei starken Mineralsäuren oder alkalischen Laugen, die auf die organischen Substanzen zerstörend wirken. Sollen oder müssen derartige Flüssigkeiten schnell geklärt werden, so muss man sie

durch solche poröse unorganische Körper laufen lassen, welche nicht von diesen Flüssigkeiten angegriffen werden oder sie nicht verunreinigen. Die geeignetste Substanz hierzu ist zerstückeltes Glas oder Quarzsand; durch einige gröbere Stücke, welche in die Verengung des Trichters eingesetzt werden, gewährt man einen Stützpunkt für eine aus kleineren Stücken bestehende Lage und bedeckt diese nun etwa 1—2 Zoll hoch mit ziemlich feinem Glas- oder Quarzpulver; um dieses dann in seiner Lage so wenig wie möglich zu stören, giesst man die filtrirende Flüssigkeit mittels eines anderen Trichters vorsichtig auf die Oberfläche. Das zuerst Ablaufende ist gewöhnlich durch feine, mit durchgerissene Quarz- oder Glastheilchen getrübt und wird so oft auf den Trichter zurückgegossen, bis die Flüssigkeit vollkommen hell abtröpfelt.

Mitunter werden auch Flüssigkeiten durch gröblich gepulverte Holz- oder Knochenkohle filtrirt, wobei aber weniger der Zweck ist, trübende feste Körper zu beseitigen, als gewisse gelöste Farbstoffe zu entfernen. Damit aber nicht zu viel Kohle verwendet und dadurch zu viel Flüssigkeit verschluckt wird, lässt man diese mit jener in einem Gefäss und unter öfterem Umschütteln, wohl auch unter bis zum Sieden gesteigerter Erwärmung längere Zeit damit in Berührung und filtrirt dann erst die Flüssigkeit durch Leinwand oder Papier.

Eine dem Filtriren nahe stehende Operation ist das Abschäumen, welche darin besteht, dass in Folge von ursprünglichem oder absichtlich zugesetztem Eiweiss Flüssigkeiten pflanzlicher oder thierischer Abstammung beim Erhitzen bis zum Sieden das Eiweiss gerinnen lassen und dieses als Schaum in die Höhe drücken; während der Gerinnung des Eiweisses werden aber vorhandene leichte feste Theile von diesem eingeschlossen und mit in die Höhe gerissen, so dass sie leicht mittels eines durchlöchernten breiten Löffels, des sog. Schaumlöffels, abgenommen und von der anhängenden Flüssigkeit durch Abtröpfelnlassen befreit werden können. Wenn man jedoch derartige Flüssigkeiten vorsichtig von einer Stelle aus und ohne Umrühren erhitzt, so scheidet sich das Eiweiss mit den übrigen suspendirten Stoffen so vollständig an der Oberfläche der Flüssigkeit ab, dass man den Schaum mittels Coliren durch ein Leinwandtuch viel vollständiger entfernen kann, als es durch den Schaumlöffel möglich ist. Das Klären der Flüssigkeiten durch Hausenblasenlösung oder durch Papierbrei (aus Filtrirpapier und Wasser durch Schlagen mit einem Besen darzustellen) ist eine ähnliche Operation, nur dass hierbei die Flüssigkeiten nicht erwärmt werden und die trübenden Theile mit den niederfallenden Hausenblasenflocken oder Papierfasern zu

Boden sinken. Beide Operationen werden aber jetzt nur noch selten in den pharmaceutischen Laboratorien vorgenommen und meist durch ein zweckmässiges Filtriren oder Coliren ersetzt.

Von der Affinität der Körper.

Jede Art der irdischen Materie erleidet in Berührung mit anderen Materien und unter Einfluss von Licht, Wärme oder Elektrizität Veränderungen ihrer in die Sinne fallenden Eigenschaften; man nennt derartige Veränderungen materielle oder chemische Veränderungen, die damit verbundenen Erscheinungen chemische Erscheinungen. Diese Veränderungen der Materie sind bedingt durch die chemische Durchdringung verschiedener Arten der Materie zu einem neuen Ganzen oder durch die Abscheidung eines Körpers aus einer zusammengesetzten Materie. Bei der Durchdringung verschiedener Arten der Materie können sehr mannichfaltige Veränderungen und Erscheinungen veranlasst werden, bei der Abstossung einer Materie aus einem zusammengesetzten Ganzen kommen wir aber endlich auf einen Punkt, bei welchem der abgeschiedene Körper in seinen Eigenschaften stetig bleibt und er nicht mehr in differenten Arten der Materie geschieden werden kann. Wir nennen einen solchen Körper dann, wenn wir ihn nicht aus triftigen Gründen als zusammengesetzt betrachten können, einen einfachen Körper, einen Grundstoff oder ein chemisches Element, das Product seiner Durchdringung mit einem anderen oder mehreren Grundstoffen einen zusammengesetzten Körper oder eine chemische Verbindung. Die Zahl der bis jetzt als einfach erkannten Körper beträgt einige sechzig und wird mit der weiteren Erkenntniss der Mittel, die Körper zu zerlegen, wohl noch erhöht werden; unbestimmbar ist aber die Zahl der zusammengesetzten Körper, da sich die einfachen Körper in den verschiedenartigsten, jedoch bestimmten Verhältnissen mit allen übrigen und zusammengesetzte Körper mit zusammengesetzten Körpern verbinden können.

Alle Naturkörper, sie mögen einfacher oder zusammengesetzter Beschaffenheit sein, haben nemlich das Vermögen, in Berührung mit anderen Naturkörpern sich unter gewissen Umständen mit diesen zu einem neuen Ganzen zu durchdringen, sich chemisch zu verbinden. Wir nennen dieses Vermögen die chemische Kraft oder Anziehungskraft und den Grad derselben in den einzelnen Körpern gegen alle übrigen die chemische Verwandtschaft oder Affinität; die dabei auftretenden Erscheinungen werden der chemische Process genannt. Die chemische Kraft oder Verwandtschaft äussert sich in einer Anziehung zwischen den kleinsten

Theilchen ungleichartiger Körper und unterscheidet sich von jeder anderen Art der Anziehung, von der Schwere, Cohäsion und Adhäsion, durch die Bedingungen, unter denen sie stattfindet, durch die dabei auftretenden Erscheinungen und durch die Producte.

Die Bedingungen zur Hervorrufung der chemischen Kraft und Durchdringung sind:

1) Die Verschiedenartigkeit der auf einander wirkenden Körper. Je ungleichartiger die auf einander wirkenden Körper in ihren chemischen Eigenschaften und je verschiedener sie in ihrem elektrischen Verhalten sind, in um so grösserem Maasse wird die chemische Thätigkeit in ihnen bei der Berührung hervorgerufen und um so energischer erfolgt die chemische Durchdringung. Je näher sie sich aber in ihren chemischen Eigenschaften und in ihrem elektrischen Verhalten stehen, um so weniger tritt in ihnen die chemische Kraft hervor, um so langsamer und weniger auffallend findet die chemische Durchdringung statt und um so weniger werden die Eigenschaften der in Verbindung getretenen Körper verändert. Schwefel und Kupfer oder Eisen zeigen auffallend verschiedene Eigenschaften und durchdringen sich daher bei günstigen Umständen unter auffallenden Erscheinungen, unter Wärme- und Lichtentwicklung, zu einem Ganzen, in welchem weder die Eigenschaften eines Metalles noch die des Schwefels zu erkennen sind, Kupfer und Eisen hingegen nur langsam, ohne auffallende Erscheinungen und ohne Veränderung der metallischen Beschaffenheit.

2) Die unmittelbare Berührung der auf einander wirkenden Körper. So lange die Körper von einander getrennt sind, bleibt in ihnen die chemische Kraft in Ruhe und sie wird nur bei gleichzeitigem Vorhandensein der beiden anderen Bedingungen im Moment der Berührung zur Thätigkeit gebracht und diese dauert bis zum Ende der völligen Durchdringung fort.

3) Die Beweglichkeit d. h. der tropfbarflüssige oder luftförmige Zustand wenigstens von einem der auf einander wirkenden Körper. Die Starrheit und Cohäsion der Körper wirkt der chemischen Kraft entgegen und sie muss, wenigstens für einen der auf einander wirkenden Körper durch Hitze, also durch Umänderung in den flüssigen oder luftförmigen Zustand, oder durch eine Flüssigkeit, durch Lösung, gehoben werden, bevor die chemische Durchdringung stattfinden kann. Schwefel und Eisen oder Kupfer in starrer Form, wie sie dieselben bei gewöhnlicher Temperatur haben, durchdringen sich nicht einander; wird hingegen durch Erhitzung der Schwefel zum Schmelzen gebracht und das Eisen oder Kupfer in seinen Cohäsionsverhältnissen geändert, so findet mit dem Eintreten dieser

Momente die chemische Verbindung statt. Weinsäure und weisse Magnesia im trocknen Zustand mit einander in Berührung wirken nicht auf einander; wird aber Wasser zugesetzt, wodurch sich die Weinsäure löst, sie also in einen beweglichen Zustand übergeführt wird, so tritt die chemische Kraft sogleich in Thätigkeit und giebt sich durch eine aus der Mischung auftretende Entwicklung von Luftblasen, durch die Entwicklung der luftförmigen Kohlensäure kund.

Die Wärme ist überhaupt in vielen Fällen die Hauptbedingung zur Hervorrufung der chemischen Thätigkeit, indem sie in allen Fällen die Cohäsionsverhältnisse der Körper modificirt und sie zum Theil in einen anderen Aggregatzustand überführt. Neben der Wärme sind aber auch die beiden anderen Arten der ätherischen Materie, das Licht und die Elektrizität, die Potenzen zur Hervorrufung des chemischen Processes; so kann das Licht die chemische Durchdringung von Wasserstoff und Chlor sowohl für sich, als auch aus der Verbindung des ersteren mit Sauerstoff (unter Abscheidung desselben) zu Chlorwasserstoffsäure veranlassen, während im Dunkeln keine derartige Erscheinung eintritt; die strömende Elektrizität zersetzt das Wasser in Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, während der elektrische Funken wiederum die Verbindung von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas zu Wasser veranlasst.

Die Erscheinungen, welche während der chemischen Thätigkeit zwischen verschiedenartigen Körpern auftreten, sind mannichfaltig. Die chemische Wechselwirkung beginnt meist plötzlich; sie giebt sich kund durch Entwicklung von Wärme, die oft bis zur Feuererscheinung gesteigert wird, in anderen Fällen durch mehr oder minder heftige Explosionen, häufig in der Entwicklung von Luftblasen oder durch Abscheidung eines luftförmigen Körpers aus Flüssigkeiten, in anderen Fällen durch Bildung von festen aus flüssigen oder luftförmigen, in noch anderen Fällen durch Bildung von flüssigen aus festen oder luftförmigen Körpern, mitunter durch Hervorrufung ganz neuer farbiger Körper aus farblosen oder auch durch Umänderung von Farben u. s. w.

Die Producte der chemischen Thätigkeit, sie mögen in Folge von Durchdringung oder Abstossung entstanden sein, unterscheiden sich von den ursprünglichen Körpern durch die Verschiedenheit der meisten physikalischen Eigenschaften, die Verbindungen zweier oder mehrerer Körper von den Gemengen oder Gemischen ihrer Bestandtheile aber dadurch, dass sie sich nicht, wie jene, selbst dem bewaffneten Auge (unter dem Mikroskop) die Bestandtheile neben einander erkennen lassen oder, wo die Beschauung nicht anwendbar ist, wie z. B. in zusammengesetzten Flüssigkeiten

und Gasarten, keine der chemischen Eigenschaften der Bestandtheile besitzen.

Die Lehre von der chemischen Kraft zerfällt nach dem Grad dieser Kraft in einem Körper gegen alle übrige in die chemische Verwandtschaftslehre oder Affinitätslehre und nach den Gewichts- und Raumverhältnissen, in denen sich die verschiedenen Arten einfacher und zusammengesetzter Arten der Materie unter einander verbinden können, in die chemische Messkunst oder Stöchiometrie, deren Betrachtung Gegenstand der beiden folgenden Unterabtheilungen ist.

a) Die chemische Verwandtschafts- oder Affinitätslehre.

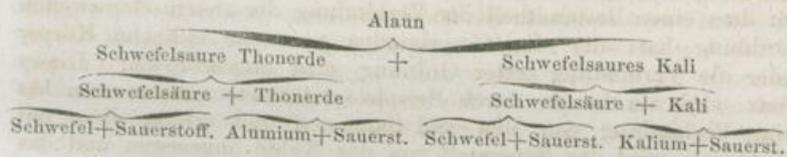
Die chemische Verwandtschaft oder Affinität der Naturkörper zerfällt in Folge der Erscheinungen, welche bei der gegenseitigen Wechselwirkung verschiedener Arten der Materie auftreten, in vier Arten, nemlich in die Verwandtschaft zur Zusammensetzung, in die Verwandtschaft zur Zusammensetzung mit gleichzeitiger Abstossung, in Verwandtschaft zur wechselseitigen Zusammensetzung und in die Verwandtschaft zur Zusammensetzung oder Abstossung unter Gegenwart eines dritten Körpers.

1) Die Verwandtschaft zur Zusammensetzung.

Mischende Verwandtschaft.

Zwei verschiedenartige Körper verbinden sich zu einem neuen Ganzen. Mit wenigen Ausnahmen verbinden sich nur einfache mit einfachen und zusammengesetzte mit auf gleicher Stufe der Zusammensetzung stehenden zusammengesetzten Körpern und stets müssen die letzteren noch von einander verschieden sein, wenn sie sich verbinden sollen. Je nachdem sich nun einfache Körper mit einfachen, aus zwei einfachen Körpern bestehende Verbindungen mit aus zwei Körpern zusammengesetzten, oder Verbindungen dieser Art mit Verbindungen gleicher Zusammensetzung durchdringen, entstehen die Verbindungen der ersten, zweiten, dritten oder noch höheren Ordnung; je zusammengesetzter aber die Verbindungen werden, um so mehr schwindet ihre chemische Differenz, d. h. die in jedem Bestandtheil enthaltene chemische Kraft wird immer mehr in den Zustand der Ruhe übergeführt, und deshalb finden die chemischen Durchdringungen zwischen den zusammengesetzten Körpern mit weit weniger auffallenden Erscheinungen statt und die neu entstehenden Verbindungen zeigen geringere Veränderungen in den Eigenschaften der näheren Bestandtheile.

Die Stoffe, welche zu einer Verbindung zusammentreten, heissen deren nächste Bestandtheile; sind diese selbst wieder aus zusammengesetzten Körpern gebildet, so heissen sie die näheren Bestandtheile, und die diese bildenden einfachen Körper werden die entferntesten Bestandtheile einer Verbindung genannt. So besteht z. B. der Alaun aus schwefelsaurer Thonerde und schwefelsaurem Kali; diese heissen die nächsten Bestandtheile des Alauns; wie ihre Bezeichnung ausdrückt, bestehen sie aus Schwefelsäure und Thonerde und Schwefelsäure und Kali, also sind die entfernteren Bestandtheile des Alauns Schwefelsäure, Thonerde und Kali; jedoch besteht die Schwefelsäure aus Schwefel und Sauerstoff, die Thonerde aus Aluminium und Sauerstoff, und das Kali aus Kalium und Sauerstoff; diese bilden die entferntesten oder, da sie nicht weiter zerlegbar sind, die Grundbestandtheile des Alauns. Man kann demnach folgendes Bild dieser Zergliederung aufstellen:



Bei genauerer Betrachtung dieses Beispieles findet man, dass die beiden nächsten Bestandtheile eine gleichnamige Säure, und die entfernteren Bestandtheile, das Kali, die Thonerde und die Schwefelsäure, einen gemeinschaftlichen entferntesten Bestandtheil, den Sauerstoff, enthalten. Dieser Fall steht aber nicht vereinzelt, sondern es ist vielmehr ein fast allgemeines Gesetz, dass die nächsten Bestandtheile einer Verbindung der zweiten Ordnung immer einen und denselben einfachen (in dem gegebenen Beispiel Sauerstoff), und die nächsten Bestandtheile einer Verbindung der dritten Ordnung einen gemeinschaftlichen zusammengesetzten Körper (hier die Schwefelsäure) enthalten.

In den Fällen, wo sich ein einfacher mit einem zusammengesetzten Körper zu einem neuen Ganzen, und ohne dass etwas abgeschieden wird, verbinden kann, verhält sich der letztere gegen alle übrigen einfachen Körper selbst wie ein solcher und wird, da die einfachen Körper auch Radicale heissen, ein zusammengesetztes Radical, und die Betrachtung der chemischen Verhältnisse derselben die Chemie der zusammengesetzten Radicale genannt. Bei den Körpern, welche unorganische Körper genannt werden, kennen wir bis jetzt nur wenige zusammengesetzte Radicale; bei der Betrachtung der organischen Körper ist man jedoch schon mit einer ziemlich grossen Zahl zusammenge-

setzter Radicale bekannt geworden, und man bezeichnet desshalb im Besonderen die wissenschaftliche Betrachtung der chemischen Verhältnisse der organischen Körper als Chemie der zusammengesetzten Radicale und die der unorganischen Körper als Chemie der einfachen Radicale.

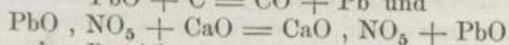
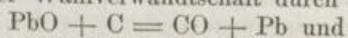
- 2) Die Verwandtschaft zur Zusammensetzung mit gleichzeitiger Abstossung.

Einfache Wahlverwandtschaft.

Zwei Körper, von denen der eine einfach oder eine Verbindung erster Ordnung, der zweite aber eine Verbindung der ersten oder zweiten Ordnung ist, bilden einen neuen zusammengesetzten Körper, indem der einfache Körper oder die Verbindung der ersten Ordnung eine grössere chemische Anziehung oder Verwandtschaft zu dem einen Bestandtheil der Verbindung der ersten oder zweiten Ordnung hat; der damit verbunden gewesene einfache Körper oder die Verbindung erster Ordnung wird abgeschieden. Dieser Satz wird am besten durch Beispiele erläutert; gesetzt, man hat eine Verbindung von Blei und Sauerstoff und erhitzt diese mit Kohle, so wird der Sauerstoff von der Kohle angezogen und das Blei regulinisch abgeschieden. Hier besitzt also die Kohle eine grössere Verwandtschaft zum Sauerstoff, als das Blei zu diesem zeigt, denn sie entzieht diesen Körper seiner Verbindung mit Blei und dieses wird als Metall abgeschieden. Hier ist die Kohle der einfache Körper, die Verbindung des Bleis mit Sauerstoff eine Verbindung der ersten Ordnung. Die einfache Wahlverwandtschaft zwischen Verbindungen der zweiten und ersten Ordnung zu verdeutlichen, dient die Lösung des mit Sauerstoff verbundenen Bleis in Salpetersäure, d. h. das salpetersaure Bleioxyd; kommt diese Lösung mit Kalk, einer Verbindung der ersten Ordnung aus Calcium und Sauerstoff, in Berührung, so zieht dieser die Salpetersäure zu einer löslichen Verbindung der zweiten Ordnung an, während eine Verbindung der ersten Ordnung, die des Bleis mit Sauerstoff, abgeschieden wird.

Will man die Erfolge der einfachen Wahlverwandtschaft in Buchstaben ausdrücken, so hat man für den ersten Fall, wenn man Blei durch A, Sauerstoff durch B und Kohle durch C bezeichnet, einfach diese durch $AB + C = AC + B$, für den zweiten Fall aber, wenn man Salpetersäure durch D und Kalk durch E ausdrückt, durch $AB, D + E = AB + DE$ zu bezeichnen. Nun haben alle Grundstoffe bestimmte, unten bei der Messkunst angegebene Buchstabenbezeichnungen, nemlich Blei Pb, Sauerstoff O

und Kohle C; eben so werden die Verbindungen der ersten Ordnung durch Zusammenstellung der Buchstabenbezeichnungen ihrer Grundbestandtheile, also die Salpetersäure als eine Verbindung von Stickstoff (N) mit 5 Anth. Sauerstoff (O) durch NO_5 und der Kalk als eine Verbindung von Calcium (Ca) mit Sauerstoff (O) durch CaO , die Verbindungen der zweiten Ordnung aber durch ein Kommazeichen zwischen den Bezeichnungen ihrer nächsten Bestandtheile ausgedrückt. Es lassen sich die Erfolge der beiden Fälle von einfacher Wahlverwandtschaft durch die Formeln



ausdrücken, eine Bezeichnungsweise des Vorganges bei den chemischen Processen, die uns nicht allein den Erfolg klar vor Augen stellt, sondern auch, wie bei der Messkunst näher erörtert wird, genau die Gewichtsverhältnisse anzeigt, in welchen wir die Körper auf einander wirken zu lassen haben. Man drückt auch die Vorgänge in Worten auf nachstehende Weise aus:

neue Verbindung: Kohlenoxyd

alte Verbindung: } Sauerstoff + Kohle

Bleioxyd = } Blei

rein

oder: neue Verbindung: salpetersaurer Kalk

alte Verbindung: } Salpetersäure + Kalk

salpetersaures Bleioxyd = } Bleioxyd

Diese Art der Demonstration eignet sich jedoch besser bei mündlichen Vorträgen zur Aufstellung an der Tafel, als in Büchern, wo sie zu viel Raum wegnehmen würde; selbstverständlich kann man sich statt der Worte der chemischen Bezeichnungen der einfachen und zusammengesetzten Körper bedienen.

Die Reihenfolge, in welcher die Verwandtschaft eines Körpers zu den übrigen Körpern steht, bildet die Verwandtschaftsreihe eines Körpers. So hat z. B. gegen Bleioxyd die Kohlensäure die geringste Verwandtschaft, dieser folgt die Essigsäure, dieser die Salpetersäure, dieser die Phosphorsäure, dieser die Schwefelsäure, denn aus dem kohlen-sauren Bleioxyd wird durch Essigsäure unter Austreibung von Kohlensäure essigsäures Bleioxyd, aus diesem durch Salpetersäure unter Abscheidung von Essigsäure salpetersaures Bleioxyd, aus diesem durch Phosphorsäure unter Abscheidung von Salpetersäure phosphorsaures Bleioxyd und aus diesem durch Schwefelsäure unter Abscheidung von Phosphorsäure schwefelsaures Bleioxyd gebildet. Man hatte früherhin diese Reihenfolgen

der Verwandtschaft, besonders in Bezug der Verwandtschaftsreihe eines basischen Körpers zu allen Säuren oder einer Säure zu allen basischen Körpern in den sog. Verwandtschaftstafeln zusammengestellt, aber diese jetzt gänzlich aufgegeben, da durch die Veränderung der Bedingungen abweichende Resultate erhalten werden und zu viele Ausnahmen aufgestellt werden müssten.

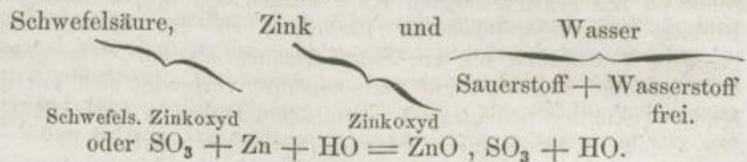
Einfache Wahlverwandtschaft mit Abstossung findet auch durch die Einwirkung einfacher Körper auf die Verbindungen der zweiten Ordnung statt, indem dabei ein einfacher Körper abgeschieden und dagegen eine neue Verbindung der zweiten Ordnung, in welcher aber nur einer der entferntesten Bestandtheile ein anderer ist, gebildet wird. Diese Modification der einfachen Wahlverwandtschaft tritt insbesondere bei den wirklichen Metallsalzen, d. h. bei denjenigen Verbindungen zweiter Ordnung, welche aus einer Sauerstoffsäure und der basischen Sauerstoffverbindung eines schweren Metalles bestehen, auf. Wenn die Lösung eines Metallsalzes mit einem Metall in Berührung kommt, welches eine grössere Anziehung zum Sauerstoff hat als das bereits in Verbindung befindliche, so zieht das hinzugegebene Metall aus dem gesauerstofften Metall in der Verbindung der zweiten Ordnung den Sauerstoff an und tritt nun als basischer Körper mit der vorhandenen Säure in eine neue Verbindung, während das gebundene gewesene Metall als solches abgeschieden wird; z. B. schwefelsaures Silberoxyd, d. h. die Verbindung zweiter Ordnung aus Silber und Sauerstoff einerseits und Schwefel und Sauerstoff andererseits, in der wässerigen Lösung mit metallischem Kupfer in Berührung gebracht, so zieht letzteres den Sauerstoff aus der Silberverbindung desselben zu Kupferoxyd an, welches sich mit der vorhandenen Säure zu schwefelsaurem Kupferoxyd verbindet, während das Silber als Metall abgeschieden wird. Setzt man das gebildete schwefelsaure Kupferoxyd dann mit Eisen in Berührung, so findet ein gleicher Erfolg statt; das Eisen zieht den Sauerstoff zu Eisenoxydul an, das sich mit der vorhandenen Schwefelsäure zu schwefelsaurem Eisenoxydul verbindet, und das Kupfer wird metallisch abgeschieden.

Auf dem Wege der einfachen Wahlverwandtschaft ist es oft allein möglich, chemische Verbindungen der ersten Ordnung darzustellen und überhaupt zusammengesetzte Körper zu analysiren, d. h. sie in Verbindungen niederer Ordnungen zu zerlegen und sie durch Wägen zu bestimmen und aus ihrer bekannten Zusammensetzung die Menge der Grundbestandtheile zu bestimmen.

4) Die Verwandtschaft zur Zusammensetzung und Abstossung durch Gegenwart eines dritten Körpers.

Prädisponirende Wahlverwandtschaft.

Zwei Körper verschiedener Art, von denen einer einfach, der andere mit einem dritten verbunden ist, verbinden sich nur dann, wenn ein zusammengesetzter Körper vorhanden ist, der eine grosse Affinität zu der entstehenden Verbindung hat. So verbindet sich das Zink nicht mit dem Sauerstoff des Wassers, wenn es damit in Berührung gesetzt wird; ist aber gleichzeitig eine Substanz vorhanden, welche eine grosse Affinität zu basischen Oxyden hat, z. B. Schwefelsäure, so bestimmt diese das Zink, auf das Wasser zersetzend zu wirken, sich mit dessen Sauerstoff zu einem basischen Oxyd zu verbinden, das der Affinität der Schwefelsäure Genüge leistet, und Wasserstoff wird abgeschieden. Der Erfolg wird durch folgendes Schema versinnlicht:



Regelwidrige Verwandtschaft zur Zusammensetzung
oder Abstossung.

Reciproke Wahlverwandtschaft.

Die Erfolge der Wahlverwandtschaft können durch Veränderung der Bedingungen gerade entgegengesetzt werden. Die Ursachen dieser Veränderung sind: die relative Menge der auf einander wirkenden Körper, die prädisponirende Affinität des Lösungsmittels und die Verschiedenartigkeit der Temperatur.

Die Umänderung der Affinität der Körper durch die relative Menge der auf einander wirkenden Stoffe ist bis jetzt nur in einigen Fällen mit Bestimmtheit nachgewiesen worden und für den einen gewöhnlich hierher angezogenen Fall muss man der Verschiedenheit der Temperatur einen grossen Einfluss zuschreiben. Wenn nemlich über glühendes Eisen Wasserdampf geleitet wird, so zersetzt sich dieser in Wasserstoff, welcher luftartig entweicht, und in Sauerstoff, der sich mit dem Eisen verbindet. Wird hingegen über dieses oxydirte Eisen bei einer noch nicht die Glühhitze erreichenden Temperatur Wasserstoffgas geleitet, so verbindet sich dieses mit dem Sauerstoff und metallisches Eisen bleibt zurück. Am bestimmtesten zeigt sich die Umänderung des Affinitätsverhältnisses durch die relativen Massen der auf einander wirkenden

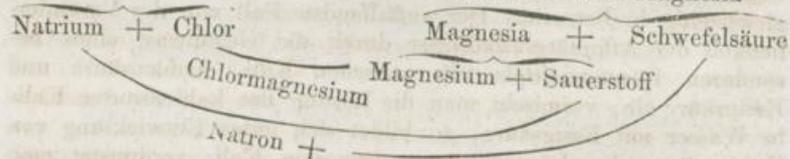
Stoffe zwischen Bleioxyd, Essigsäure und Kohlensäure; übergiesst man die Verbindung des Bleioxydes mit Kohlensäure mit wasserhaltiger Essigsäure, so wird Kohlensäure abgeschieden und essigsäures Bleioxyd gebildet; lässt man hingegen in eine wässrige Lösung von essigsäurem Bleioxyd Kohlensäuregas strömen, so findet bis zu einem gewissen Grad die Zersetzung des essigsäuren Bleioxydes statt, indem eine gewisse Quantität kohlensaures Bleioxyd entsteht und eine entsprechende Menge Essigsäure frei wird.

Das Löslichkeitsvermögen der vorhandenen Flüssigkeit auf die entstehenden Verbindungen bedingt eine Modification des Affinitätsverhältnisses oder es wird gänzlich aufgehoben, wenn keine Flüssigkeit vorhanden ist, die den entstehungsfähigen Körper lösen könnte. Für letzteren Fall findet man hinreichende Beispiele bei der Einwirkung von Säuren auf Metalle, wie z. B. die wasserärmste Schwefelsäure keine oder nur wenig Wirkung auf Zink äussert, weil die entstehende Verbindung keinen Körper vorfindet, in welchem sie sich lösen kann. Hier kommt jedoch die Unbeweglichkeit der mit einander in Berührung stehenden Körper gleichzeitig in Betracht. Der auffallendste Fall von der Veränderlichkeit der Affinitätsverhältnisse durch die Gegenwart eines besonderen Lösungsmittels tritt zwischen Kali, Kohlensäure und Essigsäure ein; vermischt man die Lösung des kohlensauren Kalis in Wasser mit Essigsäure, so bildet sich unter Entwicklung von Kohlensäure eine Lösung von essigsäurem Kali; verdunstet man diese Lösung zur Trockne, löst den Rückstand in starkem Weingeist auf und lässt durch die Lösung Kohlensäuregas strömen, so bildet sich wieder kohlensaures Kali, das in Weingeist unlöslich ist, während dieser nun freie Essigsäure enthält.

Die Temperatur äussert einen sehr hohen Einfluss auf die Affinität der Körper, indem einerseits bei den höheren Temperaturgraden die Affinität der Wärme zu dem festen Körper, welcher am meisten geneigt ist, in Dampf verwandelt zu werden, ins Spiel kommt, anderseits aber die Cohäsion der Körper modificirt wird. Bringt man bei gewöhnlicher Temperatur Chlorwasserstoffsäure mit Superoxyden zusammen, so wird ein Theil des Sauerstoffes der letzteren von dem Wasserstoff der Chlorwasserstoffsäure zu Wasser angezogen und dagegen Chlor in Freiheit gesetzt; leitet man hingegen Chlorgas mit Wasserdämpfen durch eine glühende Porzellanröhre, so zieht das Chlor aus den Wasserdämpfen Wasserstoff zu Chlorwasserstoffsäure an und Sauerstoff wird abgeschieden. Vermischt man borsaures Natron in seiner wässerigen Lösung mit Schwefelsäure, so wird Borsäure abgeschieden und schwefelsaures Natron gebildet; erhitzt man dieses aber im trocknen Zustand mit

Borsäure, so wird Schwefelsäure abgeschieden und borsaures Natron gebildet. Auch zwischen Verbindungen der ersten und zweiten Ordnung kann durch einen Wechsel der Temperatur ein vollständiger Umtausch der Grundbestandtheile veranlasst werden. Ein sehr merkwürdiges Beispiel haben wir in den nächsten festen Bestandtheilen der Mutterlauge von Salinen, nemlich in der schwefelsauren Magnesia und in dem Chlornatrium; diese beiden Körper bestehen neben einander bei jedem über den Gefrierpunkt des Wassers liegenden Temperaturgrad; fällt aber die Temperatur darunter, so tritt das Chlor des Chlornatriums an das Magnesium der Magnesia zu Chlormagnesium, deren Sauerstoff aber an das Natrium zu Natron, welches sich mit der vorhandenen Schwefelsäure zu schwefelsaurem Natron verbindet, das wegen der niedrigen Temperatur grösstentheils auskrystallisirt, während das Chlormagnesium gelöst bleibt. Mit dem Steigen der Temperatur über den Gefrierpunkt werden dann aus dem Chlormagnesium und schwefelsauren Natron wieder Chlornatrium und schwefelsaure Magnesia gebildet.

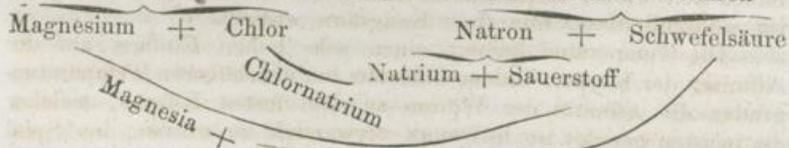
Bei dem Fallen der Temperatur unter 0° wird also aus
Chlornatrium und schwefelsaurer Magnesia



Chlormagnesium und schwefelsaures Natron;

bei dem Steigen der Temperatur über 0° aus

Chlormagnesium und schwefelsaurem Natron



Chlornatrium und schwefelsaure Magnesia

gebildet und man kann also im Sommer aus der Mutterlauge der Salinen schwefelsaure Magnesia (Bittersalz) und Chlornatrium (Kochsalz), im Winter aber schwefelsaures Natron (Glaubersalz) und Chlormagnesium gewinnen.

Verwandtschaft durch Contact.

Metalytische Wahlverwandtschaft.

Gewisse chemische Veränderungen lassen sich nicht durch die dargelegten Erfahrungssätze über die Affinitätsverhältnisse er-

klären; hierher gehören die Veränderungen der Naturkörper, welche sie nicht für sich erleiden, wohl aber, wenn sie mit gewissen Körpern zugleich in Berührung sind, welche aber selbst für die Zersetzung oder Neubildung von Verbindungen nichts abgeben oder aus jenen etwas erhalten.

Die Körper, welche in anderen derartige Erscheinungen veranlassen, erleiden dabei entweder gar keine Veränderung, oder sind selbst in einem Zustand der Zersetzung begriffen. Die Erscheinungen, welche Körper der ersteren Art veranlassen, werden Contacterscheinungen genannt; sie sind dreierlei Art, nemlich dass sie zwei einfache oder zwei zusammengesetzte Körper bestimmen, sich zu verbinden (wie z. B. der Platinschwamm die Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser bedingt und die Schwefelsäure mit vielem Wasser in der Siedhitze die Umwandlung von Holzfaser oder Gummi, $C_{12}H_{10}O_{10}$, durch Aufnahme von Wasser, $2HO$, in Traubenzucker, $C_{12}H_{12}O_{12}$, veranlasst), oder dass sie einen zusammengesetzten Körper in zwei einfacher zusammengesetzte Verbindungen zerlegen (wie z. B. die Schwefelsäure in der Hitze den Weingeist, $C_4H_6O_2$, bestimmt, in Aether, C_4H_5O , und Wasser, HO , zu zerfallen), oder dass sie einen einfachen Körper bestimmt, durch Verbindung mit einem zusammengesetzten Körper zwei neue Verbindungen zu bilden (wie z. B. der Platinmohr in Folge seines mechanisch-verdichteten Sauerstoffgases den Weingeist, $C_4H_6O_2$, durch Aufnahme von Sauerstoff in Essigsäure, $C_4H_3O_3$, und Wasser, $3HO$, verwandelt). In allen diesen Fällen erleiden die Körper, welche die Contacterscheinungen veranlassen, keine oder, wie die Schwefelsäure bei der Zersetzung des Weingeistes in Aether und Wasser, nur eine unwesentliche Veränderung, indem hier die Aetherbildung in einem gewissen Grade begrenzt ist.

Diejenigen Affinitätserscheinungen, welche durch selbst in Zersetzung begriffene Körper entstehen, werden im Allgemeinen Gährungserscheinungen genannt und beschränken sich auf die Veränderung gewisser organischer Körper durch andere selbst in Zersetzung begriffene organische Körper, ohne dass deren Zersetzungsproducte oder Grundbestandtheile bei der Umänderung jener selbst eine Rolle spielen, d. h. an diese etwas abgeben oder von ihnen etwas aufnehmen. Man hat diese Erfolge einer besonderen Kraft, der katalytischen Kraft, zugeschrieben, welche in den leicht zersetzbaren stickstoffhaltigen organischen Körpern bei deren freiwilligen Zersetzung hervorgerufen werde und sich dann gegen andere damit in Berührung stehende Körper thätig zeige. Da jedoch die griechische *καταλυσις* eine Zerstörung ausdrückt, in den Erscheinungen dieser Kraft aber mehr eine Um-

änderung der Stoffe und Gruppierung zu einem oder mehreren neuen Körpern wahrnehmbar ist, so haben wir diese Kraft die metalytische Kraft und ihre Erscheinungen die metalytische Wahlverwandtschaft genannt, weil die griechische *μεταλυσίς* nur eine Umänderung bedeutet. Die nähere Erörterung der hierher gehörenden Erscheinungen ist unter den Gährungsercheinungen nachzulesen.

b) Die chemische Messkunst oder Stöchiometrie.

Bei der Verfolgung der Erscheinungen der mischenden Wahlverwandtschaft mit der Wage findet man, dass die in Verbindung tretenden Körper unter bestimmten Verhältnissen stets in bestimmten Verhältnissen zusammentreten, bei den Erscheinungen der einfachen Wahlverwandtschaft, dass zur vollständigen Abscheidung eines Bestandtheiles eines zusammengesetzten Körpers stets eine bestimmte Menge des die Abscheidung bedingenden Körpers erforderlich ist, und endlich bei den Erscheinungen der doppelten Wahlverwandtschaft, dass bei der wechselseitigen Zersetzung zusammengesetzter Körper die neu in Verbindung tretenden Körper sich gegenseitig vollständig sättigen, d. h. jeder der in Umtausch getretenen Bestandtheile hat den anderen Bestandtheil so vollständig aufgenommen, dass keiner derselben frei oder ungebunden geblieben ist. Insbesondere zeigt sich bei den Erscheinungen der doppelten Wahlverwandtschaft der Umstand, dass, wenn jeder der ursprünglichen Körper neutral oder in dem Zustand der Sättigung war (was man bei den Verbindungen der zweiten Ordnung und namentlich bei den Salzen den Neutralitätszustand nennt, wobei dieselben weder die Eigenschaften einer Säure, noch die einer Basis erkennen lassen), auch die neu entstehenden Verbindungen neutral sind oder ihre Bestandtheile sich gegenseitig vollständig gesättigt haben.

Diese letztere Erscheinung nennt man das Gesetz der ungestörten Neutralität; sie gab die Veranlassung zu der Ansicht, dass sich die einfachen und zusammengesetzten Körper bei ihrer Verbindung unter bestimmten Bedingungen in bestimmten Verhältnissen verbinden müssen und dass bei der Zersetzung einer Verbindung der ersten, zweiten oder dritten Ordnung stets eine bestimmte Menge eines einfachen Körpers oder einer Verbindung der ersten und zweiten Ordnung erforderlich sei. Diese Ansicht wurde auch vollständig durch Versuche als wahr erkannt und in Folge dieser Versuche die chemische Messkunst oder Stöchiometrie als ein besonderer Theil der theoretischen Chemie aufgestellt. Dieser Theil gab den chemischen Lehren die sicherste Unterlage,

die Mathematik, und seine Kenntniss ist nicht allein für den Chemiker vom Fach, sondern auch für den Pharmaceuten und Jeden, der sich mit chemischen Arbeiten beschäftigt, von grösster Wichtigkeit, denn man lernt dadurch, den Gang der Versuche und Arbeiten schon im Voraus zu bestimmen, die Wahrheit derselben auch auf mathematischem Wege zu erforschen und zu controlliren und mit einem geringeren Aufwand untadelhafte Producte zu erzeugen.

Die Gesetze der Stöchiometrie sind folgende:

1) Die einfachen und zusammengesetzten Körper verbinden sich mit einfachen und zusammengesetzten Körpern unter bestimmten Bedingungen in unveränderlichen Verhältnissen oder das Bestandtheilsverhältniss eines jeden zusammengesetzten Körpers ist ein Constantes, so lange derselbe seine charakteristischen Eigenschaften beibehält.

Dieses Gesetz drückt deutlich aus, dass es zur Erzeugung irgend eines zusammengesetzten Körpers von bestimmten unveränderlichen Eigenschaften erforderlich ist, die Bestandtheile in bestimmten Gewichtsquantitäten zusammentreten zu lassen, und dass ein *Plus* des einen oder anderen Bestandtheils über diese Verhältnisse nicht in Verbindung tritt.

Wenn man Schwefel und Eisen zur chemischen Durchdringung durch Erhitzung beider Körper mit einander bringt, so verbinden sich jedesmal 16 Theile (Gran, Quentchen, Loth u. s. w.) des ersteren mit 28 Theilen (Gran, Quentchen, Loth u. s. w.) des letzteren; das, was über dieses Verhältniss an Schwefel oder Eisen vorhanden ist, tritt nicht in Verbindung und bildet mit dieser nur ein mechanisches Gemenge, das sich in Folge von mechanischen Lösungsmitteln, z. B. wenn Schwefel im Ueberschuss ist, durch Schwefelalkohol in Schwefeleisen und Schwefel zerlegen lässt.

Die Gewichtstheile, in welchen sich die Körper unter einander verbinden, heissen die Mischungsgewichte oder chemischen Antheile der Körper, nach einer gewissen Ansicht auch die Atomengewichte. Zur Feststellung derselben nimmt man irgend einen einfachen Körper als 1,0 (wie z. B. den Wasserstoff für diese Zahl) oder als 100,0 (den Sauerstoff) an und berechnet hiernach das Mischungsgewicht aller übrigen Körper.

2) Die Zersetzung zusammengesetzter Körper der ersten, zweiten und dritten Ordnung geschieht unter bestimmten Bedingungen stets durch bestimmte Mengen einfacher Körper oder Verbindungen der ersten oder zweiten Ordnung.

Dieses Gesetz fällt eigentlich mit dem ersten zusammen, da

die Abscheidung eines Bestandtheiles eines zusammengesetzten Körpers durch einen anderen Körper durch die Verbindung des letzteren mit den anderen Bestandtheilen des ursprünglichen zusammengesetzten Körpers bedingt wird. Die Gewichtsverhältnisse, in welchen diese Abscheidung erfolgt, ist den Mischungsgewichten entsprechend und sie werden deshalb die Verhältnisszahlen oder chemischen Aequivalente genannt. Je nachdem nun Wasserstoff = 1,0 oder Sauerstoff = 100,0 als vergleichende Zahl für die Mischungsgewichte der Körper angenommen wird, erhält man folgende Verhältnisszahlen oder Aequivalente für die einfachen Körper, wobei wir die chemische Bezeichnung derselben, gebildet aus der lateinischen Benennung durch den ersten Buchstaben oder, wo mehrere derselben einen gleichen Anfangsbuchstaben haben, durch Beifügung einer der ersten folgenden Buchstaben, zugleich angeben. In der Aufstellung der Verhältnisszahlen folgen wir Dumas, der von der durch viele Versuche begründeten Ansicht ausgeht, dass sie ganze, halbe oder viertel Multipla des Wasserstoffäquivalentes sind.

		Wasserstoff = 1,0. Sauerstoff = 100,0.	
Wasserstoff	<i>Hydrogenium</i>	= H = 1,00	oder 12,50
Kohlenstoff	<i>Carbonium</i>	= C = 6,00	75,00
Lithonmetall	<i>Lithium</i>	= L = 7,00	87,50
Beryllmetall	<i>Beryllium</i>	= Be = 7,00	87,50
Sauerstoff	<i>Oxygenium</i>	= O = 8,00	100,00
Bor	<i>Borium</i>	= B = 11,00	137,50
Talkerdemetall *)	<i>Magnesium</i>	= Mg = 12,00	150,00
Thonerdemetall	<i>Aluminium</i>	= Al = 13,75	163,875
Stickstoff	<i>Nitrogenium</i>	= N = 14,00	175,00
Schwefel	<i>Sulphur</i>	= S = 16,00	200,00
Fluor	<i>Fluorium</i>	= F = 19,00	237,50
Kalkmetall	<i>Calcium</i>	= Ca = 20,00	250,00
Kiesel	<i>Silicium</i>	= Si = 21,00	262,50
Sodametall	<i>Natrium</i>	= Na = 23,00	287,50
Titan	<i>Titanium</i>	= Ti = 25,25	315,625
Chrom	<i>Chromium</i>	= Cr = 26,50	331,25
Mangan	<i>Manganium</i>	= Mn = 27,50	343,75
Eisen	<i>Ferrum</i>	= Fe = 28,00	350,00
Kobalt	<i>Cobaltum</i>	= Co = 29,50	368,75
Nickel	<i>Niccolum</i>	= Ni = 29,50	368,75
Phosphor	<i>Phosphorus</i>	= P = 31,00	387,50
Kupfer	<i>Cuprum</i>	= Cu = 31,75	396,875
Yttererdemetall	<i>Yttrium</i>	= Y = 32,25	403,125
Zink	<i>Zincum</i>	= Zn = 32,75	409,375
Zirkonmetall	<i>Zirconium</i>	= Zr = 33,50	418,75
Chlor	<i>Chlorium</i>	= Cl = 35,50	443,75
Pottaschenmetall	<i>Kalium</i>	= K = 39,00	487,50

*) Dumas giebt das Wasserstoffäquivalent des Magnesiums zu 15,50 an, mithin wäre dessen Sauerstoffäquivalent = 187,50.

Wasserstoff = 1,0. Sauerstoff = 100,0.

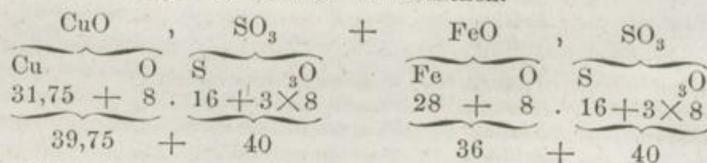
Selen	<i>Selenium</i>	= Se =	40,00	oder	500,00
Strontianmetall	<i>Strontium</i>	= Sr =	43,75	"	546,875
Lanthan	<i>Lanthanium</i>	= La =	47,00	"	587,50
Cerer	<i>Cerium</i>	= Ce =	47,25	"	590,625
Molybdän	<i>Molybdaenium</i>	= Mo =	48,00	"	600,00
Didym	<i>Didymium</i>	= Di =	49,50	"	618,75
Ruthen	<i>Ruthenium</i>	= Ru =	52,00	"	650,00
Rhodium	<i>Rhodium</i>	= R =	52,25	"	653,125
Palladium	<i>Palladium</i>	= Pd =	53,25	"	665,675
Kadmium	<i>Cadmium</i>	= Cd =	56,00	"	700,00
Zinn	<i>Stannum</i>	= Sn =	59,00	"	737,50
Thormetall	<i>Thorium</i>	= Th =	59,50	"	743,75
Uran	<i>Uranium</i>	= U =	60,00	"	750,00
Tellur	<i>Tellurium</i>	= Te =	64,00	"	800,00
Barytmetall	<i>Baryum</i>	= Ba =	68,50	"	856,25
Vanadin	<i>Vanadium</i>	= V =	68,50	"	856,25
Arsen	<i>Arsenium</i>	= As =	75,00	"	937,50
Brom	<i>Bromium</i>	= Br =	80,00	"	1000,00
Tantal	<i>Tantalium</i>	= Ta =	?	"	?
Wolfram	<i>Wolfranium</i>	= W =	92,00	"	1150,00
Platin	<i>Platinum</i>	= Pt =	98,50	"	1231,25
Irid	<i>Iridium</i>	= Ir =	98,75	"	1234,375
Osmium	<i>Osmium</i>	= Os =	99,50	"	1243,75
Quecksilber	<i>Hydrargyrum</i>	= Hg =	100,00	"	1250,00
Blei	<i>Plumbum</i>	= Pb =	103,50	"	1293,75
Wismuth	<i>Bismuthum</i>	= Bi =	107,00	"	1337,50
Silber	<i>Argentum</i>	= Ag =	108,00	"	1350,00
Antimon*)	<i>Stibium</i>	= Sb =	122,00	"	1525,00
Iod	<i>Iodium</i>	= I =	127,00	"	1587,50
Gold	<i>Aurum</i>	= Au =	196,50	"	2456,25
Erbin	<i>Erbium</i>	= E =	?	"	?
Niob	<i>Niobium</i>	= Nb =	?	"	?
Pelop	<i>Pelopium</i>	= Pe =	?	"	?
Terbin	<i>Terbium</i>	= Tb =	?	"	?
Ilmen	<i>Ilmenium</i>	= Il =	?	"	?
Norin	<i>Norium</i>	= No =	?	"	?
Arid	<i>Aridium</i>	= Ar =	?	"	?

Diese Tabelle zeigt nun nicht allein, in welchen Quantitäten sich ein Körper mit allen übrigen einfachen Körpern in den einfachsten Verhältnissen verbindet und welche Quantitäten eines einfachen Körpers erforderlich sind, um aus einer Verbindung zweier einfacher Körper einen derselben auszuscheiden (vergl. das vierte Gesetz), sondern auch wie wir die einfachen Körper und ihre Verbindungen kurz und deutlich zu bezeichnen haben und dadurch mit wenigen Zeichen ein Bild der

*) Früherhin wurde das Wasserstoffäquivalent des Antimons = 129,0, das Sauerstoffäquivalent also zu 1612,50 angenommen; wir nehmen die obigen von Dumas aufgestellten Zahlen, als die richtigeren an.

chemischen Zusammensetzung eines Körpers, so wie des hierbei thätigen chemischen Processes geben können.

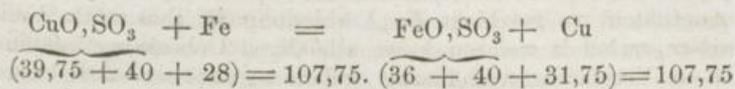
Will man z. B. Schwefeleisen aus seinen Bestandtheilen zusammensetzen, so zeigt die obige Tabelle an, dass 16 Gewichtstheile Schwefel und 28 Gewichtstheile Eisen erforderlich sind. Da nun der Schwefel durch S, das Eisen durch Fe bezeichnet wird, so wird die Verbindung beider durch FeS bildlich dargestellt, welche Bezeichnung zugleich die quantitativen Verhältnisse in sich begreift. Soll Kupfer mit Sauerstoff verbunden werden, so sind auf 31,75 Gewichtstheile des ersten 8 Gewichtstheile des letzteren erforderlich und die Verbindung wird mit CuO bezeichnet, weil Cu das Zeichen für Kupfer und O das für Sauerstoff ist; verbindet sich dieses Oxyd mit einer anderen Verbindung der ersten Ordnung, z. B. mit Schwefelsäure, welche aus 16 Gewichtstheilen Schwefel und 3×8 Gewichtstheilen Sauerstoff (vergl. das fünfte Gesetz) besteht, also durch SO_3 bezeichnet wird, so drückt man diese Verbindung durch CuO, SO_3 aus; verbindet sich dieses mit einem anderen gleichartig zusammengesetzten Körper, z. B. mit schwefelsaurem Eisenoxydul, bestehend aus Eisenoxydul (FeO) und Schwefelsäure (SO_3), das durch FeO, SO_3 bezeichnet wird, so stellt man beide Bezeichnungen neben einander und verbindet sie durch ein Plus-Zeichen, und drückt also diese Verbindung durch $\text{CuO}, \text{SO}_3 + \text{FeO}, \text{SO}_3$ aus; wir erkennen aus dieser Formel zugleich die relative Zusammensetzung des Körpers und können dieses durch folgendes Schema versinnlichen.



Die Verbindung besteht also in ihren entferntesten Bestandtheilen aus 31,75 Kupfer, 28 Eisen, 32 Schwefel und 64 Sauerstoff oder in ihren näheren Bestandtheilen aus 39,75 Kupferoxyd, 36 Eisenoxydul und 2×40 Schwefelsäure oder in ihren nächsten Bestandtheilen aus 79,75 schwefelsaurem Kupferoxyd und 76 schwefelsaurem Eisenoxydul.

Soll Kupferoxyd durch Kohle zersetzt werden, so sind auf 39,75 Gewichtstheile der ersteren 6 Gewichtstheile Kohle nothwendig, denn 31,75 ist das Misch.-Gew. des Kupfers und 8 das des Sauerstoffes; das Misch.-Gew. der Kohle ist aber 6 und ein Aequivalent für 1 chem. Antheil Kupfer; soll schwefelsaures Kupferoxyd durch Eisen zersetzt werden, so sind auf 79,75 Gewichtstheile des ersteren 28 Gewichtstheile des letzteren nothwendig und

31,75 Gewichtstheile Kupfer werden abgeschieden, denn 31,75 ist das Misch.-Gew. des Kupfers, 8 das des Sauerstoffes und 40 das der Schwefelsäure, während 28 das für Eisen und ein Aequivalent für 31,75 Kupfer ist. Der Vorgang wird mit Zuziehung der betreffenden Gewichtsverhältnisse demnach durch folgende Formel ausgedrückt:



so dass also die Gesammtheit der Producte genau so gross, wie die der ursprünglichen Körper ist.

3) Luftförmige Körper verbinden sich in einfachen Raumverhältnissen und das Product der Verbindung, wenn es selbst wieder luftförmiger Beschaffenheit oder in diesem Zustand überführbar ist, steht in einem einfachen Raumverhältniss zu den Bestandtheilen, denn es ist entweder gleich dem Raume beider Bestandtheile, oder es hat eine Verdichtung erlitten.

Es ist dieses eins der merkwürdigsten Gesetze der chemischen Messkunst und unterscheidet sich besonders dadurch vom vorigen Gesetz über die Verbindung der Körper nach Gewichtsverhältnissen, dass die Gase bei den bis jetzt bekannten Thatsachen nur in wenigen Raumverhältnissen und dann stets nach ganzen Zahlen zusammentreten können und dass das specif. Gewicht der entstehenden Verbindungen stets entsprechend der stattgefundenen Verdichtung ist, während wir hierüber bei der Verbindung der festen Stoffe zu festen Körpern gar keine Anhaltepunkte haben.

Es ist selbst möglich, die Raumverhältnisse solcher Körper, die an und für sich nicht in den dampfförmigen Zustand übergeführt werden, aus ihren gas- oder dampfförmigen Verbindungen zu bestimmen. Wir wissen, dass beim Verbrennen der an und für sich feuerbeständigen Kohle in Sauerstoffgas dessen Volumen nicht vergrössert wird, obgleich es um $\frac{3}{8}$ seines Gewichtes schwerer wird; wir wissen ferner, dass das Product der Verbrennung der Kohle in Sauerstoffgas, die Kohlensäure, beim Leiten über glühende Kohle noch so viel von dieser aufnimmt, als es bereits enthält, dass es sich aber auch dadurch in seinen Raum verdoppelt; hieraus können wir folgern, dass die Kohlensäure eine Verbindung aus gleichen Raumtheilen Kohlendgas und Sauerstoffgas ist, die sich gerade zur Hälfte des ursprünglichen Volumens beider Körper verdichtet hat, denn sie verdoppelt sich in ihrem Volumen, wenn sie noch so viel Kohle aufnimmt, als sie bereits enthält.

4) Die Quantitäten derjenigen Körper, welche sich in mehr als in einem Verhältniss mit einem anderen Körper verbinden, sind stets Multipla oder aliquote Theile des ersten Verbindungsverhältnisses.

Dieses Gesetz lässt sich auch dahin ausdrücken: Verbindet sich ein Körper mit einem anderen in verschiedenen Gewichtsquantitäten, so geschieht die Verbindung in constanten Verhältnissen, zwischen welchen keine allmäligen Uebergänge stattfinden. Diese Verbindungsverhältnisse gehen regelmässig und entweder durch ganze Zahlen oder durch ganze und halbe Zahlen hinter einander oder in abwechselnden Zahlen vor sich. Die Progression in ganzen Zahlen zeigt sich in den Verbindungen des Stickstoffes mit Sauerstoff, denn es verbinden sich

14 Th. Stickstoff	mit	$1 \times 8 = 8$ Th. Sauerst.	zu	Stickstoffoxydul,
14 " "	" "	$2 \times 8 = 16$ " "	" "	Stickstoffoxyd,
14 " "	" "	$3 \times 8 = 24$ " "	" "	Salpeterigsäure,
14 " "	" "	$4 \times 8 = 32$ " "	" "	Untersalpetersäure u.
14 " "	" "	$5 \times 8 = 40$ " "	" "	Salpetersäure.

Progressionen der Verbindungsverhältnisse in ganzen und halben Zahlen zeigen sich bei den verschiedenen Oxyden des Mangans, denn es verbinden sich

27,5 Th. Mangan	mit	$1 \times 8 = 8$ Th. Sauerstoff	zu	Manganoxydul,
28,5 " "	" "	$1\frac{1}{2} \times 8 = 12$ " "	" "	Manganoxyd,
27,5 " "	" "	$2 \times 8 = 16$ " "	" "	Mangansuperoxyd,
27,5 " "	" "	$3 \times 8 = 24$ " "	" "	Mangansäure und
27,5 " "	" "	$3\frac{1}{2} \times 8 = 28$ " "	" "	Uebermangansäure.

Progressionen der Verbindungsverhältnisse in regelmässig eine überspringenden Zahlen findet man bei den Oxydationsstufen des Chlors; es verbinden sich

35,5 Th. Chlor	mit	$1 \times 8 = 8$ Th. Sauerstoff	zu	Unterchlorigsäure,
35,5 " "	" "	$3 \times 8 = 24$ " "	" "	Chlorigsäure,
35,5 " "	" "	$5 \times 8 = 40$ " "	" "	Chlorsäure und
35,5 " "	" "	$7 \times 8 = 56$ " "	" "	Ueberchlorsäure.

Eben so treten die Verbindungen der zweiten Ordnung, namentlich Sauerstoffsäuren und Sauerstoffbasen, unter einander in verschiedenen bestimmten Verhältnissen zusammen, wie z. B.

47 Th. Kali	mit	$1 \times 40 = 40$ Th. Schwefelsäure	zu	schwefels. Kali und
47 " "	" "	$2 \times 40 = 80$ " "	" "	saur. schwefels. Kali
od. 47 Th. Kali	mit	$1 \times 50,5 = 50,5$ Th. Chromsäure	zu	chroms. Kali,
47 " "	" "	$2 \times 50,5 = 101,0$ " "	" "	2f. - chroms. Kali,
47 " "	" "	$4 \times 50,5 = 202,0$ " "	" "	4f. chroms. Kali.

Die chemische Bezeichnung der binären Verbindungen, in

welchen ein Bestandtheil in mehr als einem Mischungsgewicht enthalten ist, wird durch Anhängung der dieses ausdrückenden Zahl an die Bezeichnung des betreffenden einfachen Körpers angegeben. Diese Anhängung geschieht in der Art eines Exponenten oberhalb, besser aber unterhalb. So werden die verschiedenen Verbindungen des Stickstoffes mit Sauerstoff durch NO , NO^2 , NO^3 , NO^4 und NO^5 oder NO , NO_2 , NO_3 , NO_4 und NO_5 bezeichnet, was ausdrückt, dass 1 Misch.-Gew. Stickstoff mit 1, 2, 3, 4 oder 5 Misch.-Gew. Sauerstoff verbunden ist. In gleicher Weise werden die vier sauren Oxyde des Chlors mit ClO , ClO_3 , ClO_5 und ClO_7 bezeichnet und dadurch ihre Zusammensetzung nach Mischungsgewichten ausgedrückt. Bei den Manganverbindungen erhalten wir die Bezeichnungen MnO , $\text{MnO}_{1/2}$, MnO_2 , MnO_3 und $\text{MnO}_{3/2}$. Da aber logisch halbe Massentheilchen oder Mischungsgewichte nicht existiren können und wir bei den neutralen Verbindungen zwischen Basen und Säuren auch kein Beispiel finden können, dass auf 1 Antheil einer Basis, welche 1 Misch.-Gew. Sauerstoff enthält, 1 Antheil einer Säure, in welcher das Sauerstoffmischungsgewicht als Bruchtheil vorkäme, enthalten ist, so verdoppelt man die Mischungsgewichtszahlen beider Bestandtheile und erhält so für $\text{MnO}_{1/2}$ und $\text{MnO}_{3/2}$ die Bezeichnungen Mn_2O_3 und Mn_2O_7 , so wie z. B. für schwefelsaures Manganoxyd Mn_2O_3 , 3SO_3 statt $\text{MnO}_{1/2}$, $1\frac{1}{2}\text{SO}_3$. Wenn zwei zusammengesetzte Körper sich in mehreren Verhältnissen mit einander verbinden, so wird das Vielfache in der betreffenden Zahl der chemischen Bezeichnung des Körpers vorangesetzt; so wird schwefelsaures Kali durch KO , SO_3 , saures schwefelsaures Kali aber durch KO , 2SO_3 , chromsaures Kali durch KO , CrO_3 , doppelt chromsaures Kali durch KO , 2CrO_3 und vierfach chromsaures Kali durch KO , 4CrO_3 bezeichnet.

5) Das Mischungsgewicht der Körper bleibt unverändert in den Verbindungen derselben, denn das Mischungsgewicht der Verbindungen ergiebt sich stets durch Addition der Mischungsgewichte ihrer Bestandtheile. Das Mischungsgewicht einer Verbindung ist stets ein Aequivalent für das Mischungsgewicht einer anderen auf gleicher Ordnung stehenden Verbindung.

Dieses Gesetz bedarf keiner weiteren Erläuterung. Wir wissen, dass das Misch.-Gew. des Schwefels = 16, und das des Sauerstoffs 8 ist; da nun in der Schwefelsäure auf 1 Misch.-Gew. Schwefel 3 Misch.-Gew. Sauerstoff enthalten sind, so ist das Mischungsgewicht derselben $16 + (3 \times 8) = 24 + 8 = 32$; das Misch.-Gew. des Calciums ist = 20, das des Sauerstoffes = 8 und das des Kalkes, welcher aus je einem Misch.-Gew. Calcium und Sauerstoff besteht, $20 + 8 = 28$, das des schwefelsauren Kalkes aber,

welcher aus je einem Misch.-Gew. Schwefelsäure und Kalk besteht, $40 + 28 = 68$. Soll ein Misch.-Gew. schwefelsaurer Kalk durch Oxalsäure zersetzt werden, welche im wasserfreien Zustand aus 2 Misch.-Gew. Kohlenstoff und 3 Misch.-Gew. Sauerstoff besteht, also $2 \times 6 + 3 \times 8 = 36$ zum Misch.-Gew. hat und diese Zahl Gewichtstheile auf 68 Gewichtstheile schwefelsauren Kalk zur vollständigen Zersetzung erforderlich ist, so ist 36 Oxalsäure ein Aequivalent für ein Misch.-Gew. oder 40 Schwefelsäure oder für 1 Misch.-Gew. oder 68 schwefelsauren Kalk.

6) Gehen zwei oder mehrere Verbindungen, die einen gemeinschaftlichen Bestandtheil enthalten, chemische Mischungen nach bestimmten und festen Verhältnissen ein, so ist der gemeinschaftliche Bestandtheil derjenigen Verbindung, welche die geringste Menge davon enthält, ein *divisor communis* für die in den anderen Mischungstheilen enthaltene Menge desselben Bestandtheils.

Dieses Gesetz zeigt sich am deutlichsten ausgedrückt bei den eigentlichen Salzen der Sauerstoffbasen mit den Sauerstoffsäuren und den diesen analogen Verbindungen des Chlors, Broms und Iodes und des Schwefels, Selens und Tellurs. Der schwefelsaure Kalk ist eine Verbindung von gleichen Mischungsgewichten Kalk und Schwefelsäure, der Kalk aber aus gleichen Misch.-Gew. Calcium und Sauerstoff, die Schwefelsäure aus 1 Misch.-Gew. Schwefel und 3 Misch.-Gew. Sauerstoff; die Sauerstoffmenge des Kalkes verhält sich zu der Schwefelsäure wie $1 = 3$ und es ist also die Masse des Sauerstoffes in dem Kalk ein aliquoter Theil oder *divisor communis* des Sauerstoffes in der Schwefelsäure oder der der Schwefelsäure ein *multiplum* des Sauerstoffes im Kalk. Der Platinsalmiak ist eine Verbindung von gleichen Mischungsgewichten Chlorammonium und Platinchlorid; das erstere besteht aus 1 Misch. Chlor und 1 Misch.-Gew. Ammonium, das Platinchlorid aus 2 Misch.-Gew. Chlor und 1 Misch.-Gew. Platin; also ist im ersteren die halbe Menge Chlor enthalten und sein Misch.-Gew. Chlor ein Divisor oder aliquoter Theil des Chlors im Platinchlorid.

Isomerie, Polymerie und Metamerie.

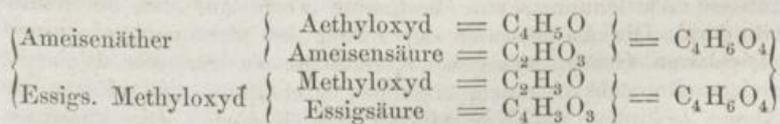
Verschiedene zusammengesetzte Körper besitzen bei einer gleichen procentischen Zusammensetzung doch abweichende physikalische und chemische Eigenschaften und, wodurch sie sich besonders von den di- und polymorphen Körpern unterscheiden, eine abweichende Sättigungscapazität. Solche Körper werden im Allgemeinen isomere Körper genannt und man unterscheidet bei ihnen:

1) Isomere Körper im engsten Sinn. Solche Körper sind nach der Sprache der in nachstehendem Abschnitt erörterten atomistischen Theorie diejenigen gleich zusammengesetzten Verbindungen verschiedener physischer und chemischer Verhältnisse, von denen angenommen werden muss, dass sie in ihren zusammengesetzten Atomen dieselben Elemente nach derselben Atomenzahl enthalten, keine näheren Bestandtheile verschiedener Natur enthalten und die einfachen Atome, welche ein zusammengesetztes bilden, nur in verschiedener Weise auf einander gelagert sind.

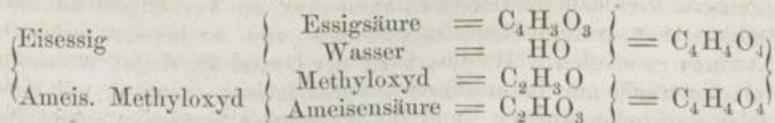
2) Polymere Körper hingegen sind nach der atomistischen Sprache diejenigen gleichartig zusammengesetzten, aber physisch und chemisch verschiedenen Verbindungen, bei denen die Annahme zu stellen ist, dass ihre zusammengesetzten Atome eine verschiedene Zahl einfacher Atome, jedoch so enthalten, dass das Zahlenverhältniss der heterogenen einfachen Atome immer dasselbe bleibt. Nach der dynamischen Ansicht wird dieses einfach dadurch ausgedrückt, dass zwei gleichartig zusammengesetzte Körper eine verschiedene Sättigungscapazität gegen andere Stoffe haben.

3) Metamere Körper sind solche, aber nur organische und zwar stets höhere Verbindungen, in denen die zusammengesetzten Atome von 2 oder mehreren Verbindungen zwar dieselben Elementaratome in denselben Zahlenverhältnissen enthalten, jene aber immer aus verschiedenen näheren Bestandtheilen zusammengesetzt sind.

In der pharmaceutischen Chemie lernt man als isomere Körper die drei verschiedenen Modificationen der Phosphorsäure, so wie die Weinsäure und Traubensäure, als polymere Körper die verschiedenen Kohlenwasserstoffarten (CH_4 , C_2H_2 , C_4H_4 , C_8H_8 u. s. w.), das Stärkmehl und die Milchsäure kennen; als polymere Körper wären nur zu nennen der Ameisenäther mit essigsaurem Methyloxyd und der Eisessig mit ameisensaurem Methyloxyd, denn



und Eisessig mit ameisensaurem Methyloxyd, denn



Theorien über die chemische Verbindung.

Die Lehren über die chemische Affinität, wie sie in vorhergehendem Abschnitt dargelegt worden, sind die der sog. dynamischen Theorie oder Corpusculartheorie, welche von den Grundsätzen ausgeht, dass die Materie, welche sich unseren Sinnen als zusammenhängend darstellt, es auch wirklich ist und den Raum stetig erfüllt, dass dieselbe an und für sich zur Verdichtung wie zur Ausdehnung fähig ist und dass bei der chemischen Durchdringung verschiedener Arten der Materie sich dieselben durch einander bis ins Unendliche vertheilen und in dem kleinsten Punkte der gebildeten Verbindung die Bestandtheile zugleich vorkommen.

Im Anfang unseres Jahrhunderts wurde zuerst durch Dalton eine andere Erklärungsweise für die Erscheinungen der chemischen Affinität in der Aufstellung von Atomen gesucht und diese Anschauungsweise besonders durch Berzelius ausgebildet und auf ihr die sog. atomistische Theorie begründet, deren Grundzüge folgende sind.

Die Materie erfüllt den Raum nicht stetig, sondern besteht aus sehr kleinen, nicht weiter theilbaren Theilchen, aus sog. Atomen (auch Partikel oder Molecule benannt), welche hohle Räume oder Poren zwischen sich lassen und von einer Wärmeatmosphäre umgeben sind. Zusammenhängend erscheinende Körper sind also nicht gleichförmig von der Materie erfüllt, sondern ein Aggregat von Atomen und leeren Räumen.

Bei der chemischen Verbindung durchdringen sich nicht die verschiedenen Stoffe, sondern die Atome derselben durchbrechen die Wärmeülle, legen sich an einander und es bilden sich zusammengesetzte Atome, welche als Ganzes wiederum ein Aggregat von Atomen mit der gemeinschaftlichen Wärmeülle bilden und desshalb zur neuen chemischen Verbindung befähigt sind.

Die einfachen wie die zusammengesetzten Atome haben eine gewisse Ausdehnung, eine bestimmte Form und ein bestimmtes Gewicht. Die Ausdehnung der Atome ist nicht nach einer vergleichbaren Grösse anzugeben, doch ist sie für alle Elemente gleich oder steht in einem einfachen Verhältniss. Die Form der Atome bestimmt die Krystallform der Körper. Die absoluten Gewichte der Atome sind zwar unbekannt, doch müssen sie bei gleichem Volumen der letzteren in demselben Verhältniss zu einander stehen, wie die Mischungsgewichte, und sie heissen desshalb Atomengewichte. Hieraus wird der Grund abgeleitet, wesshalb sich die Stoffe nur in bestimmten Verhältnissen chemisch mit einander verbinden können, und die Folgerung begründet, dass in einer gleich grossen Gewichtsmenge zweier Körper nicht eine